

UNIVERSIDAD DE CUENCA



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“PRONÓSTICO DE LLUVIA UTILIZANDO MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN LA CUENCA
DEL RÍO PAUTE”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

FRANKLIN ALFREDO DELEG PAÑI

C.I: 0105884571

DIRECTOR:

ING. ALEX MANUEL AVILÉS AÑAZCO. M.Sc.

C.I: 0102247186

CUENCA - ECUADOR

2018



RESUMEN

Con la necesidad de incrementar el conocimiento sobre los modelos de precipitación para contribuir al entendimiento del ciclo hidrológico, se verificó la posibilidad de aplicar métodos estadísticos en la cuenca del río Paute. Podemos comprender y observar que la variabilidad climática de la precipitación en una región está fuertemente influenciada por las variaciones de las temperaturas superficiales del mar (TSM) de los océanos circundantes a la misma. Si bien las condiciones climáticas a futuro no son fáciles de predecir con precisión; con una aproximación sería de gran utilidad para el mejor entendimiento de los patrones de precipitación y pronosticar las condiciones futuras a las cuales un lugar pudiera estar expuesto. Esto permitirá realizar análisis de los riesgos que representan los extremos de precipitación (sequías e inundaciones) y diseñar planes de prevención y mitigación para disminuir los impactos en la población. El objetivo principal del presente proyecto es realizar el pronóstico de la lluvia utilizando modelos estadísticos y prever la variación estacional de manera probabilística en la cuenca de río Paute. Para este fin se utilizó un análisis de correlación canónica, y la validación de la aplicación de los modelos se lo realizó mediante puntajes de habilidad comparando los valores observados y modelados. Los resultados muestran la eficiencia de este método estadístico para identificar asociaciones, mediante un enfoque multivariado, donde los índices estandarizados de precipitación (SPI) actúan como predictando. Las correlaciones y las cargas canónicas encontradas indican una correspondencia, entre el SPI y la TSM que actúa como predictor en el periodo 1981-2010.

Palabras claves: Pronóstico probabilístico de precipitación, Temperatura de la superficie del mar, Correlación canónica, Índice estandarizado de precipitación.



ABSTRACT

The need to increase the knowledge about rainfall models to contribute to the understanding of the hydrologic cycle, the possibility of applying statistical methods in the Paute river basin is verified. We was able to understand and observed that the climatic variability of precipitation in a region is strongly influenced by variations in sea surface temperatures (TSM) of the oceans surrounding it. Future climatic conditions are not easy to predict accurately; an approximation it would be very useful for the better understanding of precipitation patterns and forecasting of the future conditions to which a place could be exposed. This will allow analysis of the risks posed by precipitation extremes (droughts and floods) and design prevention and mitigation actions to reduce impacts on the population. Main objective of this project was development a rainfall forecast using statistical models and predict the seasonal variation in a probabilistic way on Paute basing. For this reason a canonical correlation analysis was used, and validation of application of this models was carried out by means of skill scores, through by comparison of observed and modeled values. Results shows the efficiency of this statistical method to identify associations, through a multivariate approach, where standardized index of precipitation act as predicating. Correlations and canonical charges founded, indicate a correspondence between the variables and the temperature of the sea surface that acts as a predictor in period 1981-2010.

Keywords: Probability prediction of precipitation, Sea surface temperature, Canonical correlation, Standard Precipitation Index.



Contenido

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
JUSTIFICACIÓN.....	16
OBJETIVOS	17
OBJETIVO GENERAL:	17
OBJETIVOS ESPECIFICOS:	17
MARCO TEORICO.....	18
Pronóstico	18
Métodos de pronósticos	18
• El método de la persistencia.....	18
• El método de la tendencia.....	18
• El Método climatológico.....	19
• El Método análogo	19
Tipos de pronósticos	19
✓ Representación continua.....	19
✓ Representación dicotómica.....	19
• Pronósticos descriptivos.....	19
• Pronósticos categóricos	19
• Pronósticos determinísticos	20
• Pronósticos probabilísticos	20
Tipos de pronósticos probabilísticos	20
• Pronóstico probabilístico continuo	20
• Pronóstico probabilístico dicotómico	21
Índice de Precipitación Estandarizada (SPI)	21
Correlaciones	22
Correlaciones bivariadas	23
• Coeficiente de correlación.....	23
Correlación de Pearson.....	24



• Tau-b de Kendall	24
• Correlación de Spearman	25
Correlaciones parciales	26
Herramienta de predicción climática estacional y mensual	26
Análisis de Correlación Canónica	26
Análisis de Componentes Principales	27
Predictores de la lluvia	28
METODOLOGIA.....	29
Identificación y descripción de las cuencas, subcuencas las estaciones del río Paute	29
Descripción del método estadístico	33
Cálculo del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)	33
Cálculo del Análisis de la correlación canónica (ACC)	34
Calculo de las medidas de desempeño y categóricas	40
Calibración del modelo estadístico	43
RESULTADOS	44
Resultados de rangos y pronósticos de cada estación para el mes de enero	45
Resultados de rangos y pronósticos de cada estación para el mes de febrero .	47
Resultados de la correlación canónica para los meses de Enero, Febrero y Marzo	51
Mapas de predicción de precipitación para los meses de Enero Febrero y Marzo	53
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS	61
1. Información de precipitación mensual de las estaciones de la cuenca de Paute	61
2. Información general de las estaciones de la Cuenca del Río Paute	78
3. Procesos de evaluación y resultados obtenidos por medio del CPT	79
4. Datos de entrada para el pronóstico de la lluvia en el CPT	81



Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los periodos húmedos y de sequía de acuerdo con el valor del SPI	22
Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson.....	24
Tabla 3. Datos de los dominios de X como de Y.	34
Tabla 4. Índice de Bondad	37
Tabla 5. Valores de correlación entre los datos de la precipitación de las estaciones meteorológicas y las variable del IRI.....	43
Tabla 6. Rangos de pronósticos para el mes de Enero	45
Tabla 7. Probabilidades de pronóstico para el mes de Enero.....	46
Tabla 8. Rangos de pronóstico para el mes de Febrero.....	47
Tabla 9. Probabilidades de pronóstico para el mes de Febrero	48
Tabla 10. Rangos de pronóstico para el mes de Marzo.....	49
Tabla 11. Probabilidades de pronóstico para el mes de Marzo	50
Tabla 12. Datos de precipitación de la estación de Palmas.....	61
Tabla 13. Datos de precipitación la estación de Paute	62
Tabla 14. Datos de precipitación de la estación de Gualaceo	63
Tabla 15. Datos de precipitación de la estación de Jacarín	64
Tabla 16. Datos de precipitación de la estación de Biblián	65
Tabla 17. Datos de precipitación de la estación del Labrado.....	66
Tabla 18. Datos de precipitación de la estación del Río Mazar	67
Tabla 19. Datos de precipitación de la estación de Chanín	68
Tabla 20. Datos de precipitación de la estación de Piscícola	69
Tabla 21. Datos de precipitación de la estación de Cumbe	70
Tabla 22. Datos de precipitación de la estación de Sigsi INAMHI	71
Tabla 23. Datos de precipitación de la estación de Ricaurte	72
Tabla 24. Datos de precipitación de la estación de Sayausí.....	73
Tabla 25. Datos de precipitación de la estación de Sevilla	74
Tabla 26. Datos de precipitación de la estación de Alausí	75
Tabla 27. Datos de precipitación de la estación de Girón	76
Tabla 28. Datos de precipitación de la estación de Nabón	77
Tabla 29. Nombre y Coordenadas de la estaciones de la Cuenca del Paute	78
Tabla 30. Formato de valores de entrada de datos de las estaciones en el CPT	81



Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación de las subcuencas del río Paute.....	30
Ilustración 2. Ubicación de las microcuencas del río Paute	31
Ilustración 3. Ubicación de las estaciones meteorológicas	32
Ilustración 4. Correlación de Pearson	38
Ilustración 5. Medidas de desempeño	40
Ilustración 6. Valor de la correlación canónica para el pronóstico del mes de enero del 2011.....	51
Ilustración 7. Valor de la correlación canónica para el pronóstico del mes de febrero del 2011.....	52
Ilustración 8. Valor de la correlación canónica para el pronóstico del mes de marzo del 2011.....	52
Ilustración 9. Comportamiento de la Precipitación para los meses de Enero, Febrero y Marzo.....	53
Ilustración 10. Procesos previos para la corrida del CPT	79
Ilustración 11. Procesos y toma de decisiones obtenidas utilizando CPT	80



Universidad de Cuenca

Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Franklin Alfredo Deleg Pañi, autor del trabajo de titulación "PRONOSTICO DE LLUVIA UTILIZANDO METODOS ESTADISTICOS EN LA CUENCA DEL RÍO PAUTE", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 17 mayo de 2018

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'F' and 'D' with a horizontal line crossing through them.

Franklin Alfredo Deleg Pañi

C.I: 0105884571



Universidad de Cuenca

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Franklin Alfredo Deleg Pañi en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "PRONOSTICO DE LLUVIA UTILIZANDO METODOS ESTADISTICOS EN LA CUENCA DEL RIO PAUTE", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 17 de mayo de 2018

Franklin Alfredo Deleg Pañi

C.I: 0105884571



Dedicatoria

Dedico este trabajo de manera especial a mis padres Manuel y Zoila, por su apoyo incondicional y por estar presente en los buenos y malos momentos, por creer en mis capacidades, por aconsejarme y motivarme día a día a seguir adelante por haberme apoyado enormemente por jamás haberse rendido, ni me dieron la espalda en ningún momento, supieron ser el pilar y motor fundamental que me impulsaba para alcanzar mis metas y logros como persona y profesional. A mis hermanos Jonathan y Katherine por su apoyo incondicional y por guiar mi camino en todo momento. A mis amigos Stalin, Karina, María del Carmen, Mirian, Enma, Ismael, Kelly por su amistad, por los momentos compartidos y por estar dispuesto a ayudarme en cualquier momento e impulsarme a seguir adelante y cumplir mis metas y fortalecerme en los momentos difíciles.



Universidad de Cuenca

Agradecimiento

De manera especial, agradezco al Ing. Alex Avilés Añazco M.Sc. por su apoyo durante la elaboración y ejecución de este trabajo de titulación, consejos, dirección, y guía durante la realización de este proyecto.

Agradezco a todo el personal del Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales iDRHiCA de la Universidad de Cuenca y a todas las personas que ayudaron con el trabajo.



INTRODUCCIÓN

La cuenca de río Paute, a lo largo de su trayecto tiene contacto con una serie de efluentes, las cuales conforman subcuencas específicas. En esta existe tres proporciones fundamentales denominadas Cuenca Alta, Cuenca Media y Cuenca Baja, y dentro de las mismas existe una serie de subcuencas menores.(Donoso, 2002). Esta cuenca es considerada estratégica para el país debido que posee el sistema hidroeléctrico más grande del país, el mismo que genera más del 40% de la energía nacional. (Molina, 2008)

En esta cuenca existe una fuerte deforestación y también la sobre explotación de los recursos mineros que degradan los cauces y taludes del sistema hidrológico. Además existe una permanente ampliación de la frontera agrícola hasta las zonas altas del páramo, las mismas que son consideradas como áreas de suma importancia para la provisión de agua.

El comportamiento espacial y temporal de la precipitación en la cuenca es muy variable, por lo que existe diferentes regímenes de precipitación que influye en la disponibilidad de agua en los ríos, provocando estaciones extremas con altos y bajos caudales que provocan sequias e inundaciones que afectan los diferentes grupos sociales presente en la cuenca.

Esta situación se ha convertido en un verdadero reto para los gestores del agua, sobre todo para prever estacionalmente previsiones de la precipitación para poder planificar medidas de prevención y mitigación para proteger a los diferentes usuarios del agua. Existen dos medios principales para generar pronósticos estacionales de precipitación utilizando modelos dinámicos o también conocidos como modelos físicos y utilizando métodos estadísticos.

Una técnica estadística para tomar en cuenta la estacionalidad de precipitación es el análisis de correlación canónica (ACC), la cual utiliza la relación de la precipitación con predictores a escalas sinópticas como los cambios en el TSM.

Esta técnica ha sido utilizada en algunos estudios como es el caso de (Díaz & Villegas, 2015), presenta el ACC la cual es propuesta como herramienta para relacionar variables meteorológicas y oscilaciones climáticas en Colombia, lo que permite generar conocimientos sobre el clima y mejorar los pronósticos, a largo y mediano plazo. Los resultados muestran la potencia de este método estadístico para identificar asociaciones, mediante un enfoque multivariado. Las correlaciones y las cargas canónicas encontradas



indican una correspondencia, entre las variables meteorológicas y el ciclo de fenómeno de niño (ENSO).

También según, (Alfaro, 2007), indica que se usó un modelo basado en el ACC, para explorar la capacidad de predicción de las estaciones lluviosas para varios meses definidos la cual serán usadas como variables predictoras y las TSM de los océanos Atlántico y Pacífico, la misma que realizó la validación cruzada de los resultados del modelo mostrando una habilidad estadísticamente significativa sobre el área de estudio.

Otro estudio es el caso según (Fallas & Alfaro, 2012), indica que se elaboró un pronóstico climático estacional en América Central basado en el ACC, se usaron las TSM de los océanos circundantes al mismo como predictores y como predictante el campo de precipitación, y el resultado de dicho estudio nos permite decir que la introducción del ACC puede ayudar a los pronósticos estacionales de la región centroamericana.

Esta técnica han sido utilizadas por algunas instituciones como: El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (Erfen), Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) entre otros a nivel nacional y el International Research Institute for Climate and Society (IRI), Pronóstico Climático Regional para las Américas (IFRC) a nivel internacional.

La técnica estadística (ACC) para la predicción probabilística de precipitación está incluida como parte de la herramienta de Predicción Climática (CPT), es un software diseñado por el Instituto de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI), diseñada para hacer pronósticos estacionales climáticos y que utiliza el ACC. (Ousmane and Mason, 2015).

El CPT, es un paquete de software para construir un modelo de pronóstico del clima estacional, realizar la validación del modelo y generar pronósticos con datos actualizados. Su diseño ha sido utilizado para producir pronósticos climáticos estacionales utilizando correlaciones estadísticas de salida del modelo (MOS) a predicciones climáticas del modelo de circulación general (GCM), o para producir pronósticos usando campos TSM o predictores similares. Aunque el programa esta específicamente diseñado para estas aplicaciones, puede usarse en configuraciones más generales para realizar el CCA, regresión de componentes principales (PCR) o regresión lineal múltiple (MLR).



Universidad de Cuenca

El CPT, emplea relaciones estadísticas para lograr predicciones climáticas utilizando las temperaturas de la superficie del mar, el Índice ENOS, temperatura máxima, mínima y media. (Gómez, 2014)

El objetivo del presente documento es realizar el pronóstico de lluvia utilizando la técnica de CCA para la generación de un pronóstico probabilístico de precipitación en la cuenca del río Paute usando las TSM del océano del Pacífico y SPI.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La lluvia es uno de los procesos fundamentales del ciclo hidrológico tanto desde el punto de vista ambiental como humano. Es la fuente de agua de la vegetación natural, así como de los cultivos. También es el origen de la mayoría del agua de consumo humano, tanto doméstico como en la industria, servicios, etc. Por todo ello es fundamental avanzar en el conocimiento de la lluvia como proceso natural, y que sirva para la gestión de recursos hídricos en cuencas hidrográficas.

Debido a la falta de información acerca de la cantidad de lluvia o precipitación que se presenta en varias zonas en especial en la cuenca del río Paute, se ha visto necesidad de realizar un pronóstico probabilístico de lluvia. Esta información podría servir para que las personas encargadas en la toma de decisiones en los diferentes sectores eléctrico, agrícola, industrial, consumo humano, entre otros, puedan planificar y gestionar de mejor manera el recurso hídrico de acuerdo a las diferentes necesidades de cada sector.

Por lo expuesto este estudio se centra en presentar el pronóstico de la lluvia la misma que sirva como herramienta para la gestión de recursos hídricos en la cuenca del río Paute.



JUSTIFICACIÓN

Los impactos negativos en el Ecuador por los extremos de precipitación (inundaciones, deslaves, etc.) que han provocado pérdidas humanas y 127.000 afectados según la secretaria de Gestión de Riesgos (SGR) en el 2017, han disparado los retos de los gestores del agua para prever y divulgar la información de los extremos lluvia para que la población esté preparada y pueda tener el conocimiento necesario para evitar pérdidas de vidas humanas y perdidas económicas en sus actividades productivas.

Por lo tanto con los resultados de este proyecto se pretende que nos ayude para:

- Planificar y gestionar los recursos hídricos de una manera adecuada para disminuir los impactos negativos en los diferentes usuarios del agua.
- Anticipar y evitar pérdidas económicas en los diferentes sectores eléctrico, agrícola e industrial, por el incremento de las lluvias.
- Evitar pérdidas de vidas humanas debido a las crecidas de los ríos por el aumento de la precipitación y las consecuentes inundaciones.



Universidad de Cuenca

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Realización de un Pronóstico de lluvia utilizando CPT en una Cuenca del Río Paute mediante variables sinópticas y métodos estadísticos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Recolección y análisis de información.
- Definición de variables sinópticas para introducir a las herramientas estadísticas.
- Implementación y evaluación de herramientas estadísticas para pronóstico de lluvia.



MARCO TEORICO

Pronóstico

El pronóstico es una herramienta que proporciona un estimado cuantitativo o cualitativo de uno o varios factores o variables que conforman un evento futuro, con base en información actual o del pasado. (Magaña et al., 2013) “El objetivo de un pronóstico es tomar las decisiones sobre el futuro y proporcionar una estimación del riesgo involucrado en la decisión”. (Erossa, 2004)

Métodos de pronósticos

En la actualidad existen diferentes métodos para realizar un pronóstico. El método que va a utilizar el pronosticador va a depender básicamente de su experiencia, la cantidad de información disponible, del nivel de dificultad que presenta la situación y del grado de exactitud o confianza necesaria en el pronóstico.

Entre varios métodos tenemos lo siguiente:

- El método de la persistencia

Es el método más simple para realizar un pronóstico, este asume que las condiciones atmosféricas no cambiarán en el tiempo. Este método trabaja bien en zonas donde los parámetros meteorológicos varían muy poco. También trabaja bien para pronósticos de temperatura en lugares, donde este parámetro varía muy poco.

- El método de la tendencia

Este involucra el cálculo de la velocidad de centros de altas y bajas presiones, frentes y áreas de nubes y precipitación. Con esta información el pronosticador puede predecir donde se esperan estas características en un tiempo futuro. El uso de este método para predecir dentro de un lapso de tiempo corto es conocido como “Nowcasting” y es frecuentemente usado para predecir precipitación y también trabaja bien con sistemas que se mueven en la misma dirección y a la misma velocidad por un largo periodo.



- El Método climatológico

Este involucra el uso de promedios estadísticos de las variables atmosféricas, acumulados de muchos años. El método climatológico trabajará bien mientras que los patrones climatológicos sean similares para la fecha escogida.

- El Método análogo

Es un método algo complicado. Supone examinar el escenario del pronóstico actual y recordar un día en el pasado en el cual el escenario meteorológico fue muy similar. Este método es muy difícil debido a que es virtualmente imposible encontrar un análogo perfecto, varias características del tiempo raramente se repiten en el mismo lugar, donde ellos fueron anteriormente observados, aún más, pequeñas diferencias entre el tiempo actual y el análogo, pueden conducir a resultados muy diferentes al esperado.

Tipos de pronósticos

Para la realización de un pronóstico se debe comenzar con la representación numérica de la variable pronosticada, existiendo varios tipos de representación:

- ✓ Representación continua: Se considera el conjunto total de valores de la variable considerada. El pronóstico determinará un valor determinado de dicha variable.
- ✓ Representación dicotómica: Se considera que la variable únicamente puede tomar dos valores en función de la ocurrencia o no ocurrencia de la misma. (Mediero, 2007)

En función del formato del resultado que suministra el pronóstico, éstos se pueden clasificar en varios grupos: (Joliffe & Stephenson, 2003) (Wilson, L.J; Burrows, W.R; Lanzinger, A, 1999)

- Pronósticos descriptivos: Son los pronósticos subjetivos que se expresan verbalmente.
- Pronósticos categóricos: Son los que especifican si un evento ocurre o no ocurre y también los pronósticos que determinan si las diferentes categorías



de una variable multicategorica ocurren o no ocurren, también pertenecen a este tipo de pronóstico.

- Pronósticos determinísticos: Son aquellos que especifican la estimación de un valor de la variable pronosticada o una categoría de la variable pronosticada quedando excluidas el resto de categorías. (Wilson, 2001)
- Pronósticos probabilísticos: Los pronósticos probabilísticos asignan un valor de probabilidad comprendido entre 0 y 1 a posibles estados de una variable en el futuro, en función de la probabilidad esperada de los eventos pronosticados (Joliffe & Stephenson, 2003). Este tipo de pronósticos puede ser especificado mediante una función de distribución de probabilidades de la variable pronosticada.

Tipos de pronósticos probabilísticos

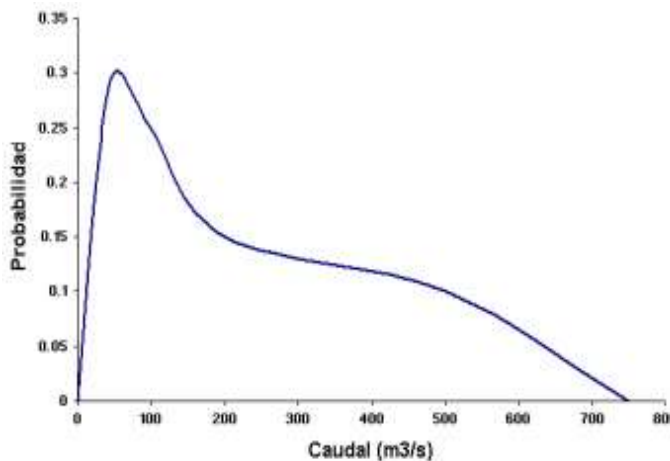
Los pronósticos probabilísticos se pueden clasificar siguiendo dos criterios,

- ❖ En primer lugar, según el tipo de resultado que suministran y
- ❖ En segundo lugar, según el método utilizado para cuantificar la incertidumbre del pronóstico y obtener los valores de probabilidad.

Los resultados de los pronósticos probabilísticos se pueden clasificar en grupos, según el formato de los resultados que suministran: (Brown, 2001) ,(Joliffe & Stephenson, 2003)

- Pronóstico probabilístico continuo:

Es aquella que realiza sobre la distribución completa de valores de la variable pronosticada, definiendo su función de distribución de probabilidad como muestra la ilustración.





- Pronóstico probabilístico dicotómico: El evento pronosticado se divide en dos categorías: Ocurrencia y no ocurrencia. El pronóstico asigna una probabilidad a la ocurrencia del evento igual a 'p' y, por tanto, una probabilidad de no ocurrencia igual a '1-p'.

Índice de Precipitación Estandarizada (SPI)

Este índice sólo utiliza la precipitación mensual, pero con un procesamiento bastante diferente. En este se define la duración de la sequía en meses (DSM), para comenzar se obtiene todas las secuencias posibles de tal duración en el registro, las cuales se obtienen como sumas móviles. El número de secuencias o datos (ND) por procesar será:

$$ND = 12 * NA - DSM + 1 \quad (1)$$

Donde:

NA es el número de años del registro disponible, los cuales, por lo común, inician desde enero hasta diciembre. En seguida se ajusta la distribución Gamma de dos parámetros a la serie de ND definida, cuya función de densidad de probabilidad es la siguiente:

$$g(x) = \frac{1}{\beta^{\lambda} * \Gamma(\lambda)} x^{\lambda-1} * e^{-x/\beta} \quad \text{Para } x > 0 \quad (2)$$

Donde:

$\lambda > 0$ es el parámetro de forma,

$\beta > 0$ el de escala,

$x > 0$ la precipitación acumulada en la DSM y

$\Gamma(\cdot)$ la función matemática factorial o función Gamma que da nombre a tal distribución, originalmente conocida como Pearson. (Campos, 2015)

Por lo que:

$$\lambda = \frac{1 + \sqrt{1 + 4A/3}}{4A} \quad (4)$$



$$\beta = \frac{\bar{x}}{\lambda} \quad (5)$$

Donde A = una variable auxiliar

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(x_i)}{n} \quad (6)$$

En la cual n es el número de datos no nulos (x_i), cuya media aritmética es \bar{x} .

Los niveles de humedad o sequía se definen en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Clasificación de los periodos húmedos y de sequía de acuerdo con el valor del SPI

Intervalo	Designación
$SPI \geq 2$	Húmedo extremo
$1.5 \leq SPI < 2$	Húmedo severo
$1 \leq SPI < 1.5$	Húmedo moderado
$0 \leq SPI < 1$	Húmedo ligero
$0 \leq SPI < -1$	Sequia ligera
$-1 \leq SPI < -1.5$	Sequia moderada
$-1.5 \leq SPI < -2$	Sequia severa
$SPI \geq -2$	Sequia extrema

Fuente: (Campos, 2015)

Correlaciones

Es una técnica de análisis de información con base estadística y, por ende, matemática. Consiste en analizar la relación entre, al menos, dos variables. El resultado debe mostrar la fuerza y el sentido de la relación. Para analizar la relación entre variables se utilizan los llamados coeficientes de correlación.

Se las realiza sobre variables cuantitativas o cualitativas. El coeficiente de correlación de Pearson es un coeficiente paramétrico, es decir que es una medida de asociación lineal adecuada para variables medidas en escalas de intervalo; en cambio la de Spearman es no paramétrica, mide el grado de correspondencia que existe entre rangos que se asigna a



valores de las variables analizadas y el coeficiente de Kendall es aquella correlación que se debe usar para probar las correlaciones no lineales. Esto si estamos hablando de correlaciones bivariadas. Existen otras como pueden ser las correlaciones o las medidas de distancia o disimilaridad de intervalos, recuentos o binarias. (Suárez, 2015)

Para poder cuantificar el grado de relación lineal existente entre dos variables cuantitativas, así como medir el grado de ajuste de la nube de puntos a una recta, utiliza el coeficiente de correlación de Pearson. Entre las relaciones existentes se incluyen tres opciones:

- Bivariadas, para el estudio de la relación entre dos variables cuantitativas,
- Parciales, para el estudio de la relación entre dos variables cuantitativas cuando se controla o elimina el efecto de terceras variables y
- Distancias, para el estudio de la relación entre dos variables cualquiera que sea su nivel de medida.

Correlaciones bivariadas

Se tiene tres tipos de coeficientes: correlación de Pearson, de Kendall y de Spearman.

En general son múltiples los casos particulares donde las técnicas de correlación son ampliamente utilizadas, no sólo para evaluar el grado de dependencia entre ellas, sino también para ver la bondad de ajuste de los modelos de serie de tiempo, en la evaluación de las auto correlaciones y en la convalidación de algunos supuestos.

- Coeficiente de correlación

El coeficiente nos permite medir el grado de relación o asociación existente generalmente entre dos variables aleatorias. También nos permite identificar la correlación con dependencia causal, ya que, si hay una semejanza formal entre ambos conceptos. Cabe recordar que el coeficiente fluctúa entre $-1 \leq \rho \leq 1$. (Restrepo & González, 2007)

Para las variables cuantitativas, normalmente distribuidas, se selecciona el coeficiente de correlación de Pearson. Si los datos no están normalmente distribuidos o tienen categorías ordenadas, seleccione los correspondientes a la Tau-b de Kendall o Spearman, que miden la asociación entre órdenes de rangos.



Correlación de Pearson

El objetivo principal es medir la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariada conjunta. El coeficiente se define por la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{cov(x,y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (7)$$

Cuando ρ es positiva la relación es directa entre las variables. Si ρ es negativa la relación es inversa y si $\rho = 0$ son independientes. (Rosas & Zúñiga, 2010)

Cuando $\rho \neq 0$ los valores y su correlación se presenta en la tabla 2:

Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson

Valores	Correlación
$\pm 0.96 \rho \pm 1.0$	Perfecta
$\pm 0.85 \rho \pm 0.95$	Fuerte
$\pm 0.70 \rho \pm 0.84$	Significativa
$\pm 0.50 \rho \pm 0.69$	Moderada
$\pm 0.20 \rho \pm 0.49$	Débil
$\pm 0.10 \rho \pm 0.19$	Muy débil
$\pm 0.09 \rho \pm 0.0$	Nula

Fuente: (Rosas & Zúñiga, 2010)

- Tau-b de Kendall

Es una medida no paramétrica de asociación para variables ordinales o de rangos que tiene en consideración los empates. El signo del coeficiente indica la dirección de la relación y su valor absoluto indica la magnitud de la misma, de tal modo que los mayores valores absolutos indican relaciones más fuertes. Los valores posibles que se pueden presentar van desde -1 a 1.

Además está basada más en los intervalos jerarquizados de las observaciones que los propios datos, esto hace que la distribución de τ sea independiente de la que presentan las



variables X y Y, siempre y cuando los datos representados por estas 2 variables sean independientes y continuas.

Este coeficiente es más utilizada por algunos investigadores que el de Spearman, pero es más difícil de calcular, pero con una ventaja de que el τ tiende más rápido a la distribución normal que el de Spearman. (Badii, Guillen, Serrato, & Aguliar, 2014)

Este coeficiente se basa en la siguiente formula:

$$\tau = (S_a - S_b) / [n(n - 1)/2] \quad (8)$$

Donde,

τ = Estadística de Kendall

n = # de casos en el ejemplo

S_a = Sumatoria de rangos más altos

S_b = Sumatoria de rangos más bajos

- Correlación de Spearman

Esta correlación es la versión no paramétrica del coeficiente de correlación de Pearson, que se basa en los rangos de los datos en lugar de hacerlo en los valores reales. Donde resulta apropiada para datos ordinales, o los de intervalo que no satisfagan el supuesto de normalidad. Los valores del coeficiente van de -1 a +1. El signo del coeficiente indica la dirección de la relación y el valor absoluto del coeficiente de correlación indica la fuerza de la relación entre las variables. Los valores absolutos mayores indican que la relación es mayor. (Badii, Guillen, Serrato, & Aguliar, 2014)

Después de dar los rangos a cada medición de la variable se usará la ecuación siguiente para proceder con la operación:

$$r_s = 1 - [6 \sum d_i^2 / (n^3 - n)] \quad (9)$$

Donde, d_i = diferencia entre rangos de X y Y.

El valor de r_s varía desde -1 a +1 y no tiene unidad, sin embargo, cabe tener en cuenta que este valor es diferente que el valor de r calculado por el método de Pearson.



Correlaciones parciales

Nos permite estudiar y analizar la relación que existe entre dos variables cuantitativas controlando el posible efecto de una o más variables cuantitativas extrañas. Es una técnica de control estadístico que expresa el grado de relación lineal entre dos variables tras eliminar de ambas el efecto atribuible a terceras variables. (Contreras, 2010)

Herramienta de predicción climática estacional y mensual

La herramienta Climate Predictability Tool (CPT), los datos que utiliza dicha herramienta se desarrolla para la construcción de un modelo de pronóstico estacional del clima, y la validación del mismo. Su diseño ha sido adaptado para la elaboración de la perspectiva climática estacional, utilizando los resultados del modelo estadístico, las correcciones de las predicciones del clima a partir del modelo de circulación general (MCG), o para producir pronósticos utilizando los datos de la TSM, la herramienta está adaptada especialmente para estas aplicaciones, se puede generar pronósticos en otras variables meteorológicas en entornos más generales. Como se muestra en anexo 3. Posee dos métodos de análisis estadísticos que son:

- Análisis de Correlación Canónica (CCA) y,
- Análisis de Componentes Principales (PCA).

Con los que se generan las predicciones climáticas estacionales. El mismo requiere tener dos tipos de matrices de variables donde una será la predictora (X_i) y la otra la variable predictante (Y_i) (anexo 4). (Society, 2014)

Análisis de Correlación Canónica

Se utiliza como un conjunto de variables multivariantes que pueden dividirse en dos grupos homogéneos, y se desea estudiar la relación entre ambos conjuntos de variables, los grupos pueden corresponder a las mismas variables medidas en dos momentos distintos en el tiempo, el espacio, etc. (Peña, 2002) El análisis de correlación canónica es el método más generalizado de la familia de las técnicas estadísticas multivariante. Se relaciona directamente con varios métodos de dependencia. Al igual que en la regresión, el objetivo de la correlación canónica es cuantificar la validez de la relación, en este caso entre los dos conjuntos de variables. (Perry, Falzón, Patry, & Kari, 2014)



De esta manera, la correlación canónica identifica la estructura óptima o la dimensionalidad de cada conjunto de variables, que maximiza la relación entre los conjuntos de variables dependientes e independientes, también trata con la asociación entre los conjuntos de variables múltiples dependientes e independientes. Por ello, desarrolla varias funciones canónicas que maximizan la correlación entre combinaciones lineales, también conocidas como valores teóricos canónicos. Cada función canónica se basa realmente en la correlación entre dos valores teóricos canónicos, un valor teórico para las variables dependientes y otro para las variables independientes. Otra característica única de la correlación canónica es que se obtienen los valores teóricos de forma que se maximice su correlación. (Badii, 2007)

Es importante tomar en cuenta que para uso de la correlación canónica se debe tener en cuenta el impacto del tamaño de la muestra la misma que puede ser grande o pequeña y la cantidad suficiente de observaciones por variable.

Análisis de Componentes Principales

El Análisis de componentes principales (PCA) es una técnica estadística descriptiva que tiene como punto de partida una matriz de datos con una serie de individuos a los que se ha medido varias variables, por lo que suele clasificarse como una técnica multivariante lo que busca es la proyección según los datos, que queden mejor representados en términos de mínimos cuadrados. (Pérez, 2012)

El PCA se emplea sobre todo en análisis exploratorio de datos y para construir modelos predictivos, también el cálculo de la descomposición en auto valores de la matriz de covarianza, normalmente tras centrar los datos en la media de cada atributo. Un aspecto clave en PCA es la interpretación de los factores, ya que ésta no viene dada a priori, sino que será deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales, y será de vital importancia el conocimiento que el experto tenga sobre la materia de investigación. (Campozano, 2015)



Predictores de la lluvia

Diferentes índices atmosféricos oceánicos y casi globales se analizan en relación con las variaciones de las precipitaciones estacionales para determinar su potencial como predictores. Una medida práctica de las desviaciones de lluvia se obtiene mediante el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI). Las correlaciones significativas entre SPI e índices cercanos al global nos ayudan a determinar los meses cuyos índices pueden ser utilizados como variables predictivas. Según (Almeira, 2006), el Método escalonado fue elegido para generar los modelos de regresión lineal. A partir de un conjunto de posibles modelos, se consideraron aquellos con las mejores medidas estadísticas de ajuste y se probó la capacidad de las ecuaciones de regresión propuestas.



METODOLOGIA

Identificación y descripción de las cuencas, subcuencas las estaciones del río Paute.

La cuenca hidrográfica del río Paute se encuentra en la región austral del Ecuador, específicamente en los Andes Centro Sur, ubicada entre las Cordilleras Oriental y Occidental de los Andes, tiene una superficie aproximadamente de 5.000 km^2 , correspondiendo al 1,85% de toda la superficie del Ecuador (272.000 km^2). (Cordero, 2013)

La cuenca del río Paute tiene una serie de afluentes, los mismos que conforman subcuencas específicas y se divide en las Cuencas Alta, Media y Baja. Dentro de estas cuencas existe una serie de subcuencas menores, y también hay microcuencas cuyos cursos fluviales desembocan directamente en el curso principal del río Paute. (Cordero, 2013)

Respecto al clima que se presenta en la cuenca, la precipitación varía intensamente según la posición geográfica de la misma así tenemos, por ejemplo, que el mínimo de lluvias anuales se presenta en el sur con 600 mm y el máximo en la región oriental con 3000 mm, que tiene marcada influencia amazónica. Además cabe recalcar que la cuenca muestra dos regímenes de precipitación, el primero es unimodal en la zona oriental, por debajo de los 2200 m s.n.m., en donde el pico de lluvias se da en junio o julio; las zonas ubicadas sobre los 2200 m tienen un régimen bimodal con dos picos de precipitación, el primero entre noviembre y diciembre, y el segundo, entre marzo y abril. (CELEC, 2015)

- Temperatura

La cuenca del río Paute al estar constituida por montañas, presenta variaciones de altitud y por ende se presentan una gran variedad de temperaturas y que el descenso normal de la temperatura con respecto al aumento de la altitud es aproximadamente 1°C cada 200m. El clima es templado con temperaturas que van desde los 4°C en las zonas altas y los 16°C en los valles.

- Precipitación

En la parte interior de la cuenca del río Paute es más seco por ser una zona de sotavento. El rango de precipitación en la cuenca presenta variaciones bastantes considerables para los distintos lugares. (CELEC, 2015)



La Ilustración 1 muestra: las coordenadas geográficas de las cada una de las subcuencas que conforman la cuenca del río Paute.

En la ilustración 2 muestra: las microcuencas en las que está dividida la cuenca del río Paute y sus respectivas coordenadas.



Ilustración 1. Ubicación de las subcuencas del río Paute

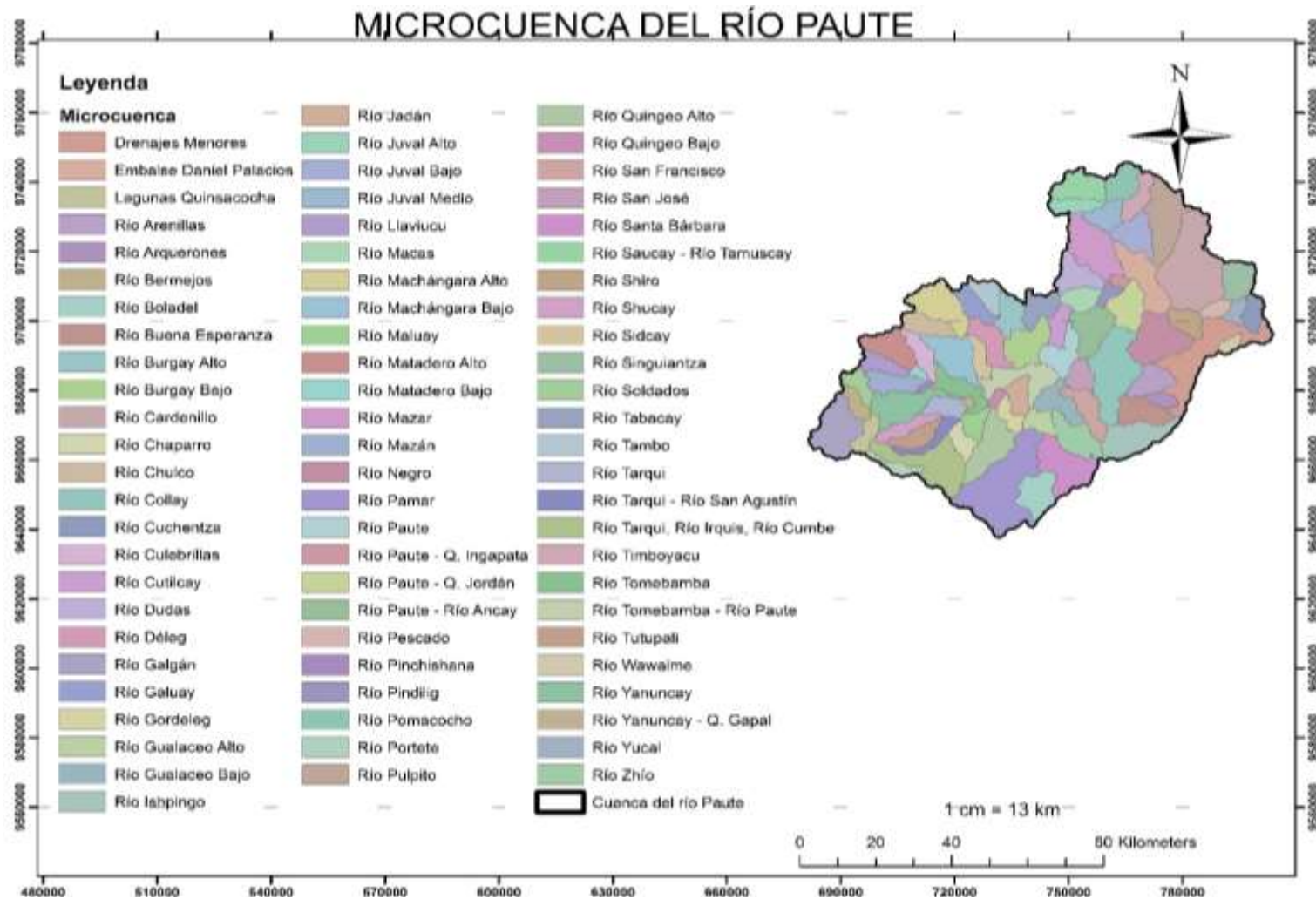


Ilustración 2. Ubicación de las microcuencas del río Paute



Universidad de Cuenca

La ilustración 3 se muestra: la ubicación y coordenadas de cada una de las estaciones presentes en la cuenca del río Paute.



Ilustración 3. Ubicación de las estaciones meteorológicas

Para desarrollar las diferentes actividades se utilizó los datos de las 17 estaciones desde el año 1981 hasta el 2010 sus datos y coordenadas están en el anexo 2 en la tabla 29. La información fue expuesta a un control de calidad, verificando su homogeneidad y vacíos de información los cuales se procedió a rellenar en caso de existir datos faltantes mediante el promedio de precipitación de cada mes.



Descripción del método estadístico

Para el presente proyecto se ha procedido a utilizar pronósticos probabilísticos ya asignan un valor de probabilidad comprendido entre 0 y 1 a posibles estados de una variable en el futuro, en función de la probabilidad esperada de los eventos pronosticados. Este tipo de pronósticos puede ser especificado mediante una función de distribución de probabilidades de la variable pronosticada.

La distribución de probabilidades las misma nos va a mostrar los posibles resultados del experimento realizado y la probabilidad de que cada uno se presente, además nos ayuda a que las variables puedan medirse en diferentes valores con probabilidades determinadas.

Dentro de la distribución de probabilidades se tiene variables continuas, aleatorias y discretas, la misma que toda variable aleatoria posee una distribución que describe su comportamiento; en cambio las variables discretas utilizadas toman los valores aislados dentro de un intervalo y su distribución de probabilidades va a especificar todos los valores posibles de la variable junto con la probabilidad de que cada uno ocurra.

Dentro de las distribuciones de probabilidad se tiene las distribuciones continuas las misma que se clasifican en la distribución normal, lognormal, gamma, logística, etc.

Ya que para el cálculo del SPI y el ACC se utilizó la distribución gamma la misma que nos permite ver el comportamiento de la lluvia en toda la cuenca.

Cálculo del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)

El índice estandarizado de precipitación (SPI) desarrollado por McKee et al., (1993) cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación en un lugar, para un lapso determinado de tiempo. Para el cálculo del SPI se debe definir el nivel de agrupación de los registros de datos, estos pueden ser mensual, bimensual, trimestral, semestral, etc., de esta manera se forman los SPI como SPI1, SPI3, SPI6, SPI9, etc. (Paredes et al., 2008). Por ejemplo si se desea obtener el índice SPI3, implica que debe calcularse para cada mes el valor acumulado trimestral, es decir el valor del mes en consideración sumado a los valores de los 2 meses anteriores. Los registros de datos luego son ajustados a una función de probabilidad gamma que es transformada en una distribución de probabilidad normal estandarizada.



Cabe recalcar que los datos faltantes que existieron se rellenaron con el promedio mensual de cada mes, una vez hecho lo anterior se procedió a calcular los SPI1, SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI24, para cada estación.

Para el desarrollo del modelo estadístico para la predicción de la precipitación se utilizó como predictando el SPI en diferentes escalas y como predictor la TSM desde 1981 al 2010. Para lo cual se tuvo que definir los dominios de cada variable para la utilización ACC.

En la tabla 2 se muestra las coordenadas geográficas de cada uno de los dominios.

Tabla 3. Datos de los dominios de X como de Y.

	Domino de X	Dominio de Y
Datos	TSM	SPI
Latitud más norte	0	-2
Latitud más sur	-6	-4
Longitud más oeste	-90	-80
Longitud más este	-70	-78

Fuente y Elaboración: Autor

Para la obtención de los datos del domino Y en este caso la TSM, se obtuvo desde la biblioteca del IRI o directamente desde el programa.

Cálculo del Análisis de la correlación canónica (ACC)

La correlación canónica es el método más integral de la familia de las técnicas estadísticas multivariante la cual se relaciona directamente con varios métodos de dependencia, el objetivo de la ACC es ver la fuerza la validez de la asociación entre dos conjuntos de variables dependientes e independientes.

Para la obtención de la información mediante el análisis de correlación canónica lo que se hace es dividir la información en 2 grupos. El primer grupo, de P variables es representado



por el vector aleatorio $X^{(1)} \in R^{(p)}$, y el segundo de q variables la cual esta representado por el vector aleatorio $X^{(2)} \in R^{(q)}$. Se supone que $p < q$.

Para los vectores $X^{(1)}$ y $X^{(2)}$, sean

$$E(X^{(1)}) = \mu^{(1)}$$

$$E(X^{(2)}) = \mu^{(2)}$$

$$\text{Cov}(X^{(1)}) = \Sigma_{11}$$

$$\text{Cov}(X^{(2)}) = \Sigma_{22}$$

$$\text{Cov}(X^{(1)}, X^{(2)}) = \Sigma_{12} = \Sigma_{21}^T$$

Para poder interpretar las fórmulas del ACC se tomó en cuenta la covarianza que es aquella que mide la relación lineal entre 2 variables, que a mayor valor absoluto corresponde una mayor dependencia lineal, mientras se tenga valores positivos estos nos indicarán que cuando una variable crece la otra también lo hará y viceversa si se tiene valores negativos.

$$\text{Cov}(X_i, X_j) = E[(X_i - \mu_{X_i})(X_j - \mu_{X_j})] \quad (10)$$

Debido al problema que se presenta al utilizar la covarianza como una medida absoluta, dado que su valor depende de la escala de medición y con esto no es sencillo determinar si una covarianza es grande o pequeña, para eliminar este problema se utilizará el coeficiente de correlación ya que el mismo nos ayuda medir la fuerza y el sentido de la relación entre 2 variables cuantitativas es por eso que vamos a depender de la ecuación 10:

$$\rho_{ij} = \frac{\text{Cov}(X_i, X_j)}{\sigma_{X_i} \sigma_{X_j}} \quad \text{Donde } \sigma_{X_i} \text{ y } \sigma_{X_j} \text{ son las desviaciones estándar.} \quad (11)$$

El coeficiente de correlación toma valores entre -1 y 1 y mientras más cercano se encuentre a este valor absoluto a la unidad mayor será la relación entre las variables.

Cálculo del coeficiente de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson se simboliza con la letra r , se calcula dividiendo la suma de los productos de las cada una de las desviaciones de cada variante de X y Y, con



respecto a sus medias por el producto de las desviaciones estándar de ambas variables, esto nos permite observar que una vez realizado el cálculo nos permite ver el grado de correlación que se muestra en la tabla 2.

$$r = \frac{n \cdot (\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \cdot (\sum x^2) - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n \cdot (\sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad (12)$$

Donde:

n= número de datos

Una vez realizada la operación si se tiene valores cercanos entre 1 y -1 podemos decir que va existir un buen grado de correlación.

Después de haber realizado lo explicado anteriormente lo que se realiza es el ACC entre las variables X y Y. Dentro de la misma se realiza la validación cruzada la misma que simula la predicción de datos futuros desconocidos al repetir el procedimiento de ajuste en subconjuntos de datos. El procedimiento de ajuste se repite n veces, cada vez con una muestra de tamaño n-1, porque una de las predicciones y observaciones y su correspondiente conjunto de predictores quedan fuera. El resultado es n (a menudo solo ligeramente) diferentes ecuaciones de predicción.

La estimación de la validación cruzada se calcula pronosticando cada observación omitida usando la ecuación desarrollada a partir de los valores de datos n-1 restantes, calculando la diferencia al cuadrado entre la predicción para cada una de estas ecuaciones y promediando las n diferencias al cuadrado. (Barnston & Van den Dool, 1993)

En la siguiente tabla se presentan los resultados al realizar la validación cruzada con las variables explicativas (TSM) y de respuesta (SPI).



Tabla 4. Índice de Bondad

CORRIENTE				CORRIENTE			
Cantidad de modos			Bondad	Cantidad de modos			Bondad
X	Y	CCA	Índice	X	Y	CCA	Índice
1	1	1	-0.046	1	1	1	-0.046
1	2	1	-0.041	1	2	1	-0.041
1	3	1	-0.044	1	2	1	-0.041
1	4	1	-0.036	1	4	1	-0.036
1	5	1	-0.064	1	4	1	-0.036
2	1	1	-0.072	1	4	1	-0.036
2	2	1	-0.078	1	4	1	-0.036
2	2	2	-0.080	1	4	1	-0.036
2	3	1	-0.085	1	4	1	-0.036
2	3	2	-0.089	1	4	1	-0.036
2	4	1	-0.089	1	4	1	-0.036
2	4	2	-0.093	1	4	1	-0.036
2	5	1	-0.107	1	4	1	-0.036
2	5	2	-0.106	1	4	1	-0.036
3	1	1	-0.072	1	4	1	-0.036
5	2	2	-0.007	5	1	1	0.020
5	3	1	-0.055	5	1	1	0.020
5	3	2	-0.021	5	1	1	0.020
5	3	3	-0.014	5	1	1	0.020
5	4	1	-0.075	5	1	1	0.020
5	4	2	-0.026	5	1	1	0.020
5	4	3	-0.018	5	1	1	0.020
5	5	4	-0.015	5	1	1	0.020
5	5	1	-0.089	5	1	1	0.020
5	5	2	-0.055	5	1	1	0.020
5	5	3	-0.044	5	1	1	0.020
5	5	4	-0.031	5	1	1	0.020
5	5	5	-0.027	5	1	1	0.020

Fuente y Elaboración: Autor



En la ilustración 2 muestra: la correlación de Pearson de las coordenadas presentadas en la tabla 3 y se observa los valores expuestos en la tabla 2.

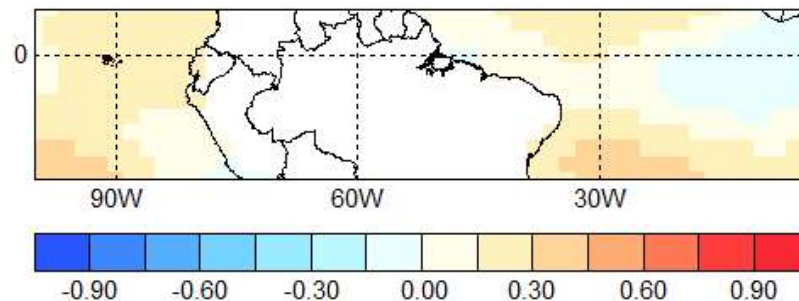


Ilustración 4. Correlación de Pearson

Cabe recalcar que los resultados del CPT se analizan en base a un coeficiente de correlación para cada estación meteorológica, en el presente trabajo se determinó que si la estación presenta un valor mayor a 0,5 será válido la predicción según el INAMHI. (Marin, 2014)

Una vez tomado en cuenta el valor de 0,5 se realiza las medidas de desempeño con la finalidad de observar las medidas continuas, dentro de esta podemos ver las correlaciones que se estamos utilizando, el error cuadrático medio y las medidas categóricas podemos observar cómo se está comportando la precipitación en cada estación.

En la ilustración 3 muestra: Dentro de esta se tiene dos grupos las medidas de desempeño y las medidas categóricas, dentro del primer grupo se tienen las correlaciones de Pearson y la de Spearman estos indicadores nos indican el grado de asociación que tiene los valores observados con los pronósticos y estos resultados deben aproximarse a 1, mientras más altos sean estos valores más favorables será los resultados, el error cuadrático medio (Mean squared error) y la raíz de error cuadrado medio (Root mean squared error), estos representan la suma de las desviaciones que existen entre los valores observados y los pronosticados, esto nos permite ver el error que existen para los pronósticos traten de alcanzar a los observados. Se debe tener en cuenta que si los valores observados como los pronosticados son similares o casi iguales, el error va ser nulo o cero y por ende su raíz cuadrada, el error absoluto medio, y para en el segundo grupo puntaje de golpe (Hit score), nos indica el porcentaje de aciertos del modelo de relación al total de pronósticos realizados



de toda la serie de tiempo, mientras el valor obtenido tenga un valor cercano a 100% nos indicara que el modelo es perfecto u optimo, hit skill score, este indicador nos permite evaluar la destreza del modelo, es decir, el porcentaje de veces que el resultado corresponde a una casualidad lo mismo que el caso anterior si se tiene un valor cercano al 100% el modelo es perfecto, error lineal en el espacio de probabilidad (LEPS score), este indicador nos permite calcular el resultado definido usando una tabla que da diferentes resultados de aciertos, dependiendo de la categoría observada y de las anteriores probabilidades, aquí la distribución de probabilidades se transforma en una función de probabilidad acumulada, la puntuación de Brier (Gerrity score), nos permite calcular un resultado definido usando una tabla alternativa a aquellas usada para los resultados Leps, medidas relativas de precisión, pronóstico continuo y el diagrama de la característica operativa relativa o característica operativa receptora sobre y bajo lo normal (Roc área (below-normal) (above-normal)), el primer diagrama se ve el área debajo la curva para pronósticos bajo lo normal, este indicador tiene como valor máximo y optimo en el modelo de 1(significa el 100%) y el segundo diagrama nos ayuda a ver el área debajo de la curva para pronósticos sobre lo normal como en el diagrama anterior su valor máximo y optimo es de 1(que equivale el 100%).

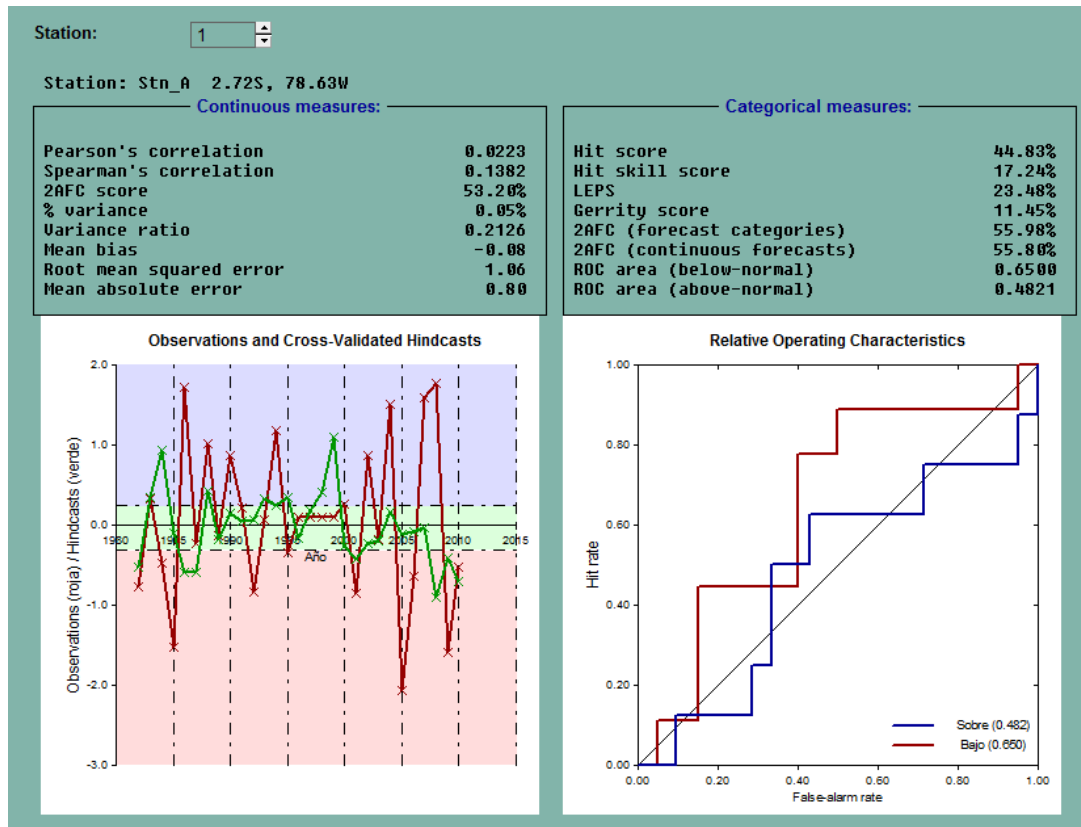


Ilustración 5. Medidas de desempeño

Calculo de las medidas de desempeño y categóricas

Medidas de precisión escalar

Solo dos medidas escalares de precisión del pronóstico para predicciones continuas son de uso común.

- *Error Absoluto Medio (MAE)*

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |Y_k - O_k| \quad (13)$$

Donde (Y_k, O_k) es la k de n pares de pronósticos y observaciones. El MAE es el promedio aritmético de los valores absolutos de las diferencias entre los miembros de cada par.



Se debe tomar en cuenta que cuando el MAE es igual a cero, es decir, que los pronósticos son perfectos (cada $y_k = o_k$), y aumenta a medida que las discrepancias entre los pronósticos y las observaciones se hacen más grandes. (Wilks, 2006)

- *Error cuadrático medio (MSE)*

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (Y_k - O_k)^2 \quad (14)$$

El MSE es la diferencia cuadrada promedio entre el pronóstico y los pares de observación cabe mencionar que el MSE aumenta desde cero para pronósticos perfectos a través de valores positivos más grandes como las discrepancias entre los pronósticos y las observaciones se vuelven cada vez más grandes.

A veces en muchos casos el MSE se expresa como su raíz cuadrada, $RMSE = \sqrt{MSE}$, que tiene las mismas dimensiones físicas que los pronósticos y las observaciones, y también se puede considerar como una magnitud típica para los errores de pronóstico. (Wilks, 2006)

- *Medidas relativas de precisión*

Esta medida categórica se puede construir usando MAE, MSE como las estadísticas de precisión subyacentes. Por lo general, los pronósticos, o los pronósticos de control, son provistos por los valores climatológicos del predictor o por la persistencia (es decir, el valor previo en una secuencia de observaciones). Para el MSE, las precisiones de estas dos referencias son, respectivamente,

$$MSE_{Clim} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\bar{o} - o_k)^2 \quad (15)$$

$$MSE_{Pers} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (o_{k-1} - o_k)^2 \quad (16)$$

La ecuación 15 nos da a entender que el valor promedio climatológico no cambia de la ocasión prevista y si esta implicación que se ha dicho es verdadera, entonces podemos decir que MSE_{Clim} es una estimación de la varianza muestral de la predicción.



En cambio la ecuación 16 implica que k es el tiempo, es decir que pronóstico de referencia para la observación correcta en el tiempo k es solo la observación de la predicción y durante el período de tiempo anterior, o_{k-1} . (Wilks, 2006)

- *La puntuación de Brier*

El puntaje de Brier es básicamente el error cuadrático medio de los pronósticos de probabilidad, considerando que la observación es $o_1 = 1$ si el evento ocurre, y que la observación es $o_2 = 0$ si el evento no ocurre. La puntuación promedia las diferencias al cuadrado entre pares de previsión probabilidades y las observaciones binarias posteriores,

$$BS = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (Y_k - O_k)^2 \quad (17)$$

Donde el índice k denota de nuevo una numeración de los n pares de pronóstico-evento. Y cabe tomar en cuenta que la puntuación de Brier está orientada negativamente, con pronósticos perfectos que muestran $BS = 0$. (Murphy & Daan, 1985)

Dado que los pronósticos menos precisos reciben puntajes Brier más altos, pero como los pronósticos y las observaciones individuales están limitados por cero y uno, el puntaje puede tomar valores solo en el rango $0 \leq BS \leq 1$. (Wilks, 2006)

- *El diagrama ROC*

Es otra visualización gráfica de verificación de pronóstico basado en discriminación, aunque a diferencia del diagrama de confiabilidad y diagrama de discriminación, no incluye la información completa contenida en la distribución conjunta de pronósticos y observaciones. (Mason, 1982)

El diagrama ROC con un único valor escalar, y la opción habitual para este propósito es el área bajo la curva ROC. Dado que las curvas ROC para pronósticos perfectos pasan por la esquina superior izquierda, el área debajo de la curva ROC perfecta incluye el cuadrado entero de la unidad, por lo que $A_{perf} = 1$. Curvas ROC similares para predicciones aleatorias se encuentran a lo largo del 45% diagonal del cuadrado unitario, dando el área $A_{rand} = 0.5$. El área A bajo una curva ROC de interés puede también se expresará en forma estándar de puntaje de habilidad y se basa en la siguiente ecuación:



$$SS_{ROC} = \frac{A - A_{rand}}{A_{perf} - A_{rand}} = \frac{A - 1/2}{1 - 1/2} = 2A - 1 \quad (18)$$

Calibración del modelo estadístico

Para la calibración del mismo lo que se realizó fueron varias pruebas y cálculos de correlación canónica en el programa CPT y para esto se utilizó valores tomados desde la página del IRI tomando en consideración variables como viento meridional, Velocidad Potencial, Viento Zonal, TSM, y el mejor valor de correlación para el presente trabajo dio 0.93 para la TSM, por lo que para realizar el pronóstico de la precipitación se consideró los valores de la temperatura de la superficie del mar.

Tabla 5. Valores de correlación entre los datos de la precipitación de las estaciones meteorológicas y las variable del IRI y de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros.

	Humedad relativa	Valores de la temperatura de la cuenca del Paute.	Valores de VZ (Viento Zonal)	Valores de TSM (Temperatura de la superficie del Mar)
Valores de precipitación de las estaciones meteorológicas de la Cuenca del Rio Paute	0.77	0.6 (por cada 100m)	0.23	0.96

Fuente: (Araneda, 2017)



Universidad de Cuenca

RESULTADOS

Para trabajar con el CPT, se utilizó los valores de precipitación mensual plurianual (mm), de todas las estaciones meteorológicas así como los datos de temperatura del mar (1981 al 2010), y se pronosticó la precipitación para los próximos tres meses enero febrero y marzo del año 2011, se obtuvieron los siguientes resultados por estación meteorológica. Se va a considerar el criterio asumido por el INAMHI, como pronóstico aceptado cuando supere el 50% de su valor.



Resultados de rangos y pronósticos de cada estación para el mes de enero

Tabla 6. Rangos de pronósticos para el mes de Enero

RANGOS DE PRONÓSTICOS																	
ESTACIONES	PALMAS	BIBLIÁN	PAUTE	GUALACEO	LABRADO	JACARÍN	ALAUÍS	MAZAR	CHANÍN	PISCÍCOLA	CUMBE	GIRÓN	NABÓN	SIGSI	RICAUARTE	SAYAUSÍ	SEVILLA
SUPERIOR	0.247	0.178	0.570	0.676	0.630	0.242	0.321	0.298	0.375	0.431	0.633	0.171	0.613	0.289	0.661	0.581	0.299
INFERIOR	-0.319	-0.337	-0.375	-0.087	-0.295	-0.087	-0.389	-0.190	-0.374	-0.451	-0.297	-0.305	-0.348	-0.177	-0.403	-0.308	-0.658

En la tabla 6. Se podemos ver los valores superiores e inferiores de los rangos de pronósticos de cada una de las estaciones de la cuenca del río Paute, es así que se tiene que para las estaciones de Paute (0.676), Labrado (0.630), Cumbe (0.633), Nabón (0,613), Ricaurte (0,661) y Sayausí (0.581), presenta valores superiores altos y caso contrario sucede en las estaciones Gualaceo (-0.087), Jacarín (-0.087), Mazar (-0.190) y Sigsi (-0.177), que presenta los valores inferiores. Si los valores superiores e inferiores presentados en el la tabla 6 se acercan el uno al otro, los datos históricos están agrupados muy cerca de la línea de tendencia del pronóstico de la lluvia y tendremos más confianza en los pronósticos realizados.



Tabla 7. Probabilidades de pronóstico para el mes de Enero

PRONOSTICOS																	
ESTACIONES	PALMAS	BIBLIÁN	PAUTE	GUALACEO	LABRADO	JACARÍN	ALAUŚ	MAZAR	CHANÍN	PISCÍCOLA	CUMBE	GIRÓN	NABÓN	SIGSI	RICAUURTE	SAYAUSÍ	SEVILLA
SOBRE LO NORMAL	26%	25%	22%	12%	36%	26%	35%	40%	31%	25%	13%	43%	26%	38%	27%	23%	35%
NORMAL	13%	10%	19%	14%	21%	6%	15%	11%	18%	25%	29%	10%	30%	15%	23%	17%	19%
BAJO LO NORMAL	61%	65%	59%	74%	43%	68%	50%	49%	51%	50%	58%	47%	44%	47%	50%	60%	46%

En la tabla 7. Nos presenta un porcentaje de las probabilidades de pronósticos de cada una de las estaciones presentes en la cuenca, es así que en las estaciones de Palmas (61%), Biblián (65%), Paute (59%), Gualaceo (74%), Jacarín (68%), Cumbe (58%), Sayausí (60%), presenta valores que están bajo lo normal lo que nos indica que para estas estaciones se espera una precipitación menor a lo normal de todo el periodo. También en las estaciones del Labrado, Mazar, Girón, Nabón, Sigsí y Sevilla podemos observar que en ninguno de los valores (sobre, normal y bajo) no superan el 50% propuesto por el INAHMI, por lo tanto se considera que el pronóstico nos es confiable para ninguna de estas estaciones. Y para la estaciones Alausí, Chanín, Piscícola, Ricaurte hay una probabilidad del 50% este porcentaje no representa que igual llueve o no o también que va a llover el 50% del día o sobre el 50% del territorio designado para esa predicción.



Resultados de rangos y pronósticos de cada estación para el mes de febrero

Tabla 8. Rangos de pronóstico para el mes de Febrero

RANGOS DE PRONÓSTICOS																	
ESTACIONES	PALMAS	BIBLIÁN	PAUTE	GUALACEO	LABRADO	JACARÍN	ALAUÍS	MAZAR	CHANÍN	PISCÍCOLA	CUMBE	GIRÓN	NABÓN	SIGSI	RICAUORTE	SAYAUSÍ	SEVILLA
SUPERIOR	0.329	0.142	0.292	0.283	0.006	0.337	0.188	0.229	0.194	0.232	0.152	0.093	0.126	0.347	0.085	0.045	0.096
INFERIOR	-0.017	-0.194	-0.278	-0.07	-0.173	-0.083	-0.292	-0.092	-0.185	-0.239	-0.063	-0.221	-0.314	-0.008	-0.143	-0.222	-0.105

En la tabla 8. Se podemos ver los valores superiores e inferiores de los rangos de pronósticos de cada una de las estaciones de la cuenca del río Paute, es así que se tiene que para las estaciones de Palmas (0,329), Jacarín (0.337), Paute (0.292), Mazar (0.229) y Piscícola (0.096) presenta valores superiores altos y caso contrario sucede en las estaciones Palmas (-0.017), Gualaceo (-0.07), Jacarín (-0.087), Mazar (-0.092), Cumbe (-0.063), Sigsi (-0.177) y Sayausí (-0.222) que presenta los valores inferiores. Si los valores superiores e inferiores presentados en el la tabla 8 se acercan el uno al otro, los datos históricos están agrupados muy cerca de la línea de tendencia del pronóstico de la lluvia y tendremos más confianza en los pronósticos realizados. Y al establecer estos rangos de pronósticos nos va a permitir hacer frente a las incertidumbres que se vaya presentado durante la predicción estos nos ayudara a desarrollar pronósticos con buenos estimados así, como los rangos dentro de los cuales los datos reales más probablemente ocurrirán.



Tabla 9. Probabilidades de pronóstico para el mes de Febrero

PRONOSTICOS																	
ESTACIONES	PALMAS	BIBLIÁN	PAUTE	GUALACEO	LABRADO	JACARÍN	ALAUÍS	MAZAR	CHANÍN	PISCÍCOLA	CUMBE	GIRÓN	NABÓN	SIGSI	RICAURTE	SAYAUSÍ	SEVILLA
SOBRE LO NORMAL	32%	41%	38%	27%	56%	7%	37%	46%	58%	46%	61%	57%	60%	32%	50%	45%	64%
NORMAL	19%	20%	25%	20%	11%	28%	24%	19%	20%	28%	13%	17%	19%	23%	18%	18%	11%
BAJO LO NORMAL	49%	39%	37%	53%	33%	65%	39%	35%	22%	26%	26%	26%	21%	45%	32%	37%	25%

En la tabla 9. Nos presenta un porcentaje de las probabilidades de pronósticos de cada una de las estaciones presentes en la cuenca, es así que en las estaciones de Jacarín (65%) y Gualaceo (53%), presenta valores que están bajo lo normal lo que nos indica que para estas estaciones se espera una precipitación menor a lo normal de todo el periodo. En cambio para las estaciones de Labrado (56%), Chanín (58%), Cumbe (61%), Girón (57%), Nabón (60%) y Sevilla (64%), presenta porcentajes que están sobre lo normal estos resultados nos indica que para estas estaciones se espera una mayor cantidad de lluvia. También las estaciones de Biblián, Paute, Alausí, y Sigsi podemos observar que en ninguno de los valores (sobre, normal y bajo) no superan el 50% propuesto anteriormente, por lo tanto se considera que el pronóstico nos es confiable para ninguna de estas estaciones. Y para la estaciones Palmas, Mazar, Piscícola, Ricaurte y Sayausí, en estas estaciones presentan valores aproximados al 50% esto nos a da a entender que este porcentaje no representa que igual llueve o no o también que va a llover el 50% del día o sobre el 50% del territorio designado para esa predicción.



Resultados de rangos y pronósticos de cada estación para el mes de Marzo

Tabla 10. Rangos de pronóstico para el mes de Marzo

RANGOS DE PRONÓSTICOS																	
ESTACIONES	PALMAS	BIBLIÁN	PAUTE	GUALACEO	LABRADO	JACARÍN	ALAUÍS	MAZAR	CHANÍN	PISCÍCOLA	CUMBE	GIRÓN	NABÓN	SIGSI	RICOURTE	SAYAUSÍ	SEVILLA
SUPERIOR	0.429	0.406	0.44	0.364	0.435	0.311	0.264	0.271	0.376	0.293	0.362	0.356	0.315	0.275	0.399	0.436	0.175
INFERIOR	-0.083	-0.189	-0.16	-0.158	-0.234	-0.053	-0.02	-0.108	-0.202	-0.234	-0.099	-0.184	-0.205	-0.089	-0.174	-0.263	-0.07

En la tabla 10. Se podemos ver los valores con limites superiores e inferiores de los rangos de pronósticos de cada una de las estaciones de la cuenca del río Paute, es así que se tiene que para las estaciones de Palmas (0.429), Biblián (0.406), Paute (0.44), Labrado (0.435) y Sayausí (0.436), presenta valores superiores altos y caso contrario sucede en las estaciones Gualaceo (-0.087), Palmas (-0.083), Jacarín (-0.053), Cumbe (-0.099), Sigsi (-0.089) y Sevilla (-0.07) que presenta los valores inferiores. Si los valores superiores e inferiores presentados en el la tabla 6 se acercan el uno al otro, los datos históricos están agrupados muy cerca de la línea de tendencia del pronóstico de la lluvia y tendremos más confianza en los pronósticos realizados. Y al establecer estos rangos de pronósticos nos va a permitir hacer frente a las incertidumbres que se vaya presentado durante la predicción estos nos ayudara a desarrollar pronósticos con buenos estimados así, como los rangos dentro de los cuales los datos reales más probablemente ocurrirán.



Tabla 11. Probabilidades de pronóstico para el mes de Marzo

PRONOSTICOS																	
ESTACIONES	PALMAS	BIBLIÁN	PAUTE	GUALACEO	LABRADO	JACARÍN	ALAUÍS	MAZAR	CHANÍN	PISCÍCOLA	CUMBE	GIRÓN	NABÓN	SIGSI	RICAURTE	SAYAUSÍ	SEVILLA
SOBRE LO NORMAL	42%	45%	44%	44%	56%	50%	51%	48%	46%	52%	46%	50%	45%	50%	46%	46%	36%
NORMAL	30%	33%	36%	40%	25%	17%	18%	27%	32%	28%	31%	28%	34%	26%	33%	35%	14%
BAJO LO NORMAL	28%	22%	20%	16%	19%	33%	31%	25%	22%	20%	23%	22%	21%	24%	21%	19%	50%

En la tabla 11. Nos presenta un porcentaje de las probabilidades de pronósticos de cada una de las estaciones presentes en la cuenca, es así que en la estación de Sevilla (50%), presenta valores que están bajo lo normal lo que nos indica que para estas estaciones se espera una precipitación menor a lo normal de todo el periodo. En cambio para las estaciones de Labrado (56%), Alausí (51%), Piscícola (52%) y Girón (50%), presenta porcentajes que están sobre lo normal estos resultados nos indica que para estas estaciones se espera una mayor cantidad de lluvia. También las estaciones de Palmas, Biblián, Paute, Gualaceo y Nabón podemos observar que en ninguno de los valores (sobre, normal y bajo) no superan el 50% propuesto anteriormente, por lo tanto se considera que el pronóstico nos es confiable para ninguna de estas estaciones. Y para la estaciones Jacarín, Mazar, Cumbe, Ricaurte y Sayausí en estas estaciones presentan valores aproximados al 50% esto nos a da a entender que este porcentaje no representa que igual llueve o no o también que va a llover el 50% del día o sobre el 50% del territorio designado para esa predicción.

Resultados de la correlación canónica para los meses de Enero, Febrero y Marzo

Los resultados de la correlación canónica muestra que a medida que avanza el tiempo, tiende a disminuir el valor de la correlación, de todas maneras los tres coeficientes están dentro de lo propuesto anteriormente están cumpliendo que son iguales o mayores a 0,5 propuestos por la INAHMI.

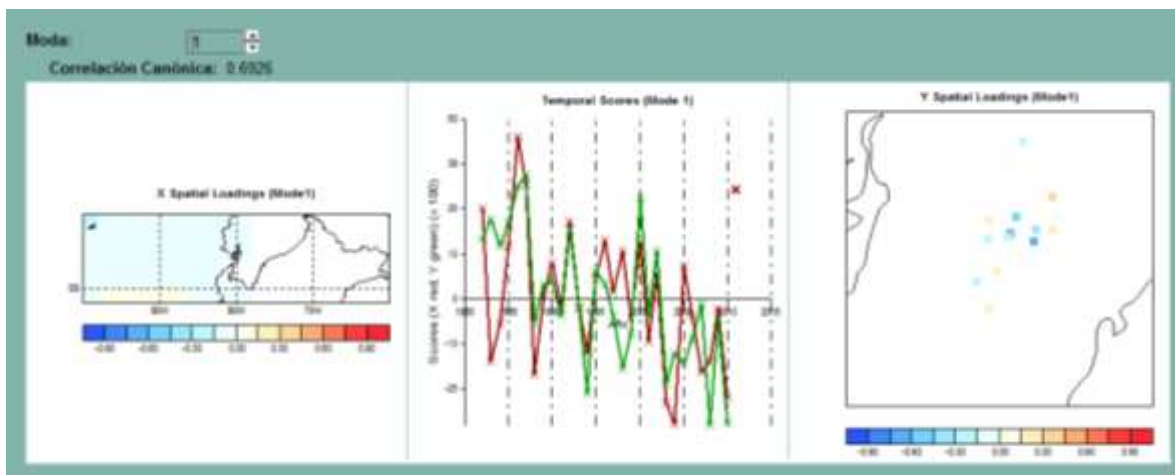


Ilustración 6. Valor de la correlación canónica para el pronóstico del mes de enero del 2011.

En la ilustración 6. Se puede observar que el valor de correlación canónica para el mes de enero es de 0.6926, el valor es aceptado debido a que cumple con las condiciones propuestas anteriormente y se puede decir que es acertado el pronóstico para éste mes del año 2011.

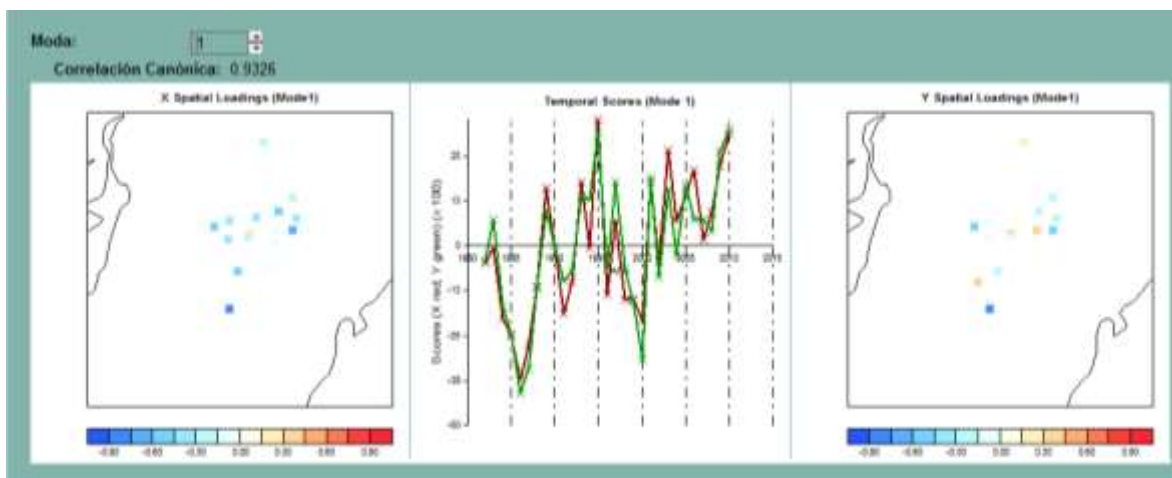


Ilustración 7. Valor de la correlación canónica para el pronóstico del mes de febrero del 2011.

Según la ilustración 7. Corresponde al valor del ACC para el mes de febrero del 2011, con un valor de 0.9326, que se puede considerar como aceptable su pronóstico, y se puede ver que mientras más precipitación exista ira aumentando su correlación.

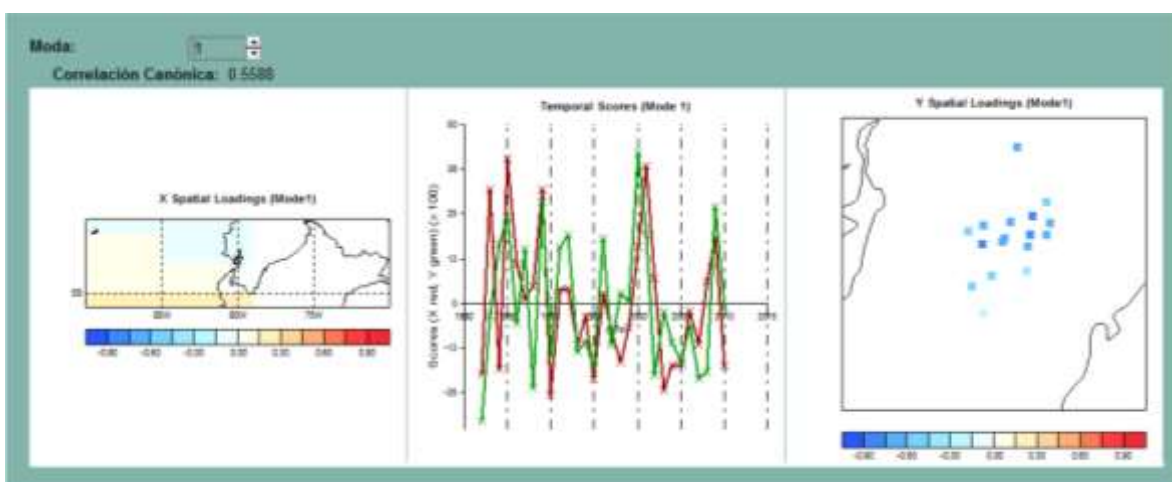


Ilustración 8. Valor de la correlación canónica para el pronóstico del mes de marzo del 2011.



CONCLUSIONES

Para la predicción de la precipitación, se utilizó la técnica estadística de CCA, cuyos resultados muestran que existe una buena relación entre la TSM y el SPI, lo que demuestra que los pronósticos obtenidos son aceptables para la cuenca.

La utilización del Índice Estandarizado de Precipitación aplicado a la cuenca del río Paute demostró ser un indicador adecuado para la precipitación, mediante el cual se reconocieron los diferentes eventos de lluvia para diferentes agrupaciones temporales (mes, trimestre y semestre).

El pronóstico de la lluvia constituye uno de los elementos básicos para desarrollar una planificación estratégica, que permita la toma de decisiones requeridas a mediano y largo plazo para enfrentar de manera eficiente los diferentes eventos de lluvia que podrían presentarse; a través del desarrollo e implantación de métodos que nos va a ayudar a la reducción de los impactos negativos.

Cabe recalcar en algunas de las estaciones no cumplía el criterio del el INAMHI, como pronóstico aceptado debe superar el 50%de su valor a estos resultados se tomaron como pronósticos no válidos por cual se consideró como valores de incertidumbre

Cabe recalcar que la metodología utilizada en el presente trabajo puede servir como base para futuras investigaciones relacionadas con este principio ya que puede ser aplicada para otras cuencas utilizando datos actuales.



BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, E. (27 de Septiembre de 2007). *Uso del análisis de correlación canónica para la predicción de la precipitación pluvial en Centroamérica*. Recuperado el 17 de Febrero de 2018, de http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10893/1622/inymce_v9_n2_a3.pdf?sequence=2
- Almeira, G. J. (30 de Septiembre de 2006). Algunos índices atmosféricos y oceánicos como predictores de precipitaciones estacionales en la Cuenca del Plata de Argentina. ELSEVIER, 350-359. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169406001041>
- Araneda, R. J. (2017). *ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD POR SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL RÍO PAUTE (ECUADOR), ESCENARIOS PRESENTE Y FUTURO*. Recuperado el 07 de Mayo de 2018, de https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/12665/TFM_Ronnie_Araneda.pdf?sequence=1
- Badii, M. J. (2007). Canonical correlation analysis and scientific research. *Innovaciones de Negocios*, 1-18. Recuperado el 12 de Junio de 2017, de http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/4.2/A9.pdf
- Badii, M., Guillen, A., Serrato, L., & Aguiar, J. (2014). *Correlación No-Paramétrica y su Aplicación en la Investigaciones Científica*. Recuperado el 10 de Enero de 2018, de <http://www.spentamexico.org/v9-n2/A5.9%282%2931-40.pdf>
- Brown, B. (2001). *Verification of Precipitation Forecasts: A Survey of Methodology Part II: Verification of Probability Forecasts at Points*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/QPF_Prague2001/papers/bgb_paper_final.pdf
- Brown, C. K. (2010). *Managing Climate Risk in water supply systems*. (P. N. International Research Institute for Climate and Society, Productor) Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://iri.columbia.edu/publications/id=1048>



- Campozano Lenin, C. R. (20 de Diciembre de 2015). *Rainfall and Cloud Dynamics in the Andes: A Southern Ecuador Case Study*. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de www.hindawi.com/journals/amete/2016/3192765/abs/
- Campos, D. F. (2015). *Contraste de los índices DPP, SPI y RDI para clasificación de sequías, en la estación climatológica Zacatecas, México*. Recuperado el 20 de Enero de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000100012
- Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile, M. d. (Abril de 2009). *Guía metodológica- MODELACIÓN HIDROLÓGICA Y DE RECURSOS HÍDRICOS CON EL MODELO WEAP*. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de www.weap21.org/.../Guia_modelacion_WEAP_Espanol.pdf
- CELEC, E. (2015). *Subcuenca del río Paute*. Recuperado el 2017 de Diciembre de 15, de <https://www.celec.gob.ec/hidropaute/sociedad-y-ambiente/subcuenca-del-rio-paute.html>
- Cordero, I. (2013). *EVALUACION DE LA GESTION TERRITORIAL DE LA CUENCA DEL RIO PAUTE, ESTRATEGIAS Y LINEAS DE ACCION PARA SUPERARLAS*. Recuperado el 2017 de Diciembre de 15, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3358/1/TESIS%20.pdf>
- Díaz, D., & Villegas, N. (2015). *CORRELACIÓN CANÓNICA ENTRE ÍNDICES MACROCLIMÁTICOS Y VARIABLES METEOROLÓGICAS DE SUPERFICIE EN COLOMBIA*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*(18), 543-552. Recuperado el 17 de Febrero de 2018, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262015000200028&script=sci_abstract&tlng=es
- Coiffier, J. (2011). *Fundamentals of Numerical Weather Prediction*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de https://www.meted.ucar.edu/bom/intro_nwp_es/navmenu.php?tab=1&page=references&type=flash



- Correa, D. E. (2002). *La cuenca del río Paute: Diagnostico y Propuesta de manejo integral. Políticas de desarrollo agropecuario*. (D. A. M.Sc., Productor) Recuperado el 15 de Julio de 2016, de repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/.../TFLACSO-02-2002MECD.pdf
- Djerbouai Salim, a. S.-G. (21 de Marzo de 2016). *Drought Forecasting Using Neural Networks, Wavelet Neural Networks, and Stochastic Models: Case of the Algerois Basin in North Algeria*. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11269-016-1298-6.pdf
- Erossa, V. (2004). *Proyectos de inversión en ingeniería: su metodología*. (Limusa, Editor) Recuperado el 28 de ENERO de 2018, de <https://latam.casadellibro.com/libro-proyectos-de-inversion-en-ingenieria-su-metodologia/9789681819330/5386387>
- Fallas , B., & Alfaro , E. J. (2012). Uso de herramientas estadísticas para la predicción estacional del campo de precipitación en América Central como apoyo a los Foros Climáticos Regionales. 2: Análisis de Correlación Canónica. *Revista de Climatología*, 93-105. Recuperado el 17 de Febrero de 2018, de <http://webs.ono.com/reclim8/reclim12g.pdf>
- Joliffe, I., & Stephenson, D. (2003). *Forecast Verification: A Practitioner's Guide in Atmospheric Science* (2nd Edition ed.). John Wiley & Sons. Recuperado el 20 de Enero de 2018, de https://media.wiley.com/product_data/excerpt/16/04706607/0470660716-311.pdf
- K. (2010). *Managing Climate Risk in water supply systems*. (P. N. International Research Institute for Climate and Society, Productor) Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://iri.columbia.edu/publications/id=1048>
- Marin, S. A. (2014). *Predicción de la lluvia como instrumento para la toma de decisiones en la gestión del recurso hídrico en la cuenca del Río Catamayo de la Demarcación Puyango Catamayo. Loja Ecuador*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1351/1/T-SENESCYT-00477.pdf>



- Mason, I. (1982). A model for assessment of weather forecasts. *Australian Meteorological*, 30, 291–303. Recuperado el 17 de Febrero de 2018
- Mediero, L. (2007). *PRONÓSTICO PROBABILÍSTICO DE CAUDALES DE AVENIDA MEDIANTE REDES BAYESIANAS APLICADAS SOBRE UN MODELO HIDROLÓGICO DISTRIBUIDO*. Recuperado el 01 de Febrero de 2018, de http://oa.upm.es/669/1/LUIS_MEDIERO_ORDU%C3%91A.pdf
- Molina, E. (2008). *El Consejo de Gestión de Aguas de la cuenca del Paute Experiencias y lecciones*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2017, de <http://www.sidalc.net/repdoc/A2983e/A2983e06.pdf>
- Murphy, A. (1988). Skill scores based on the mean square error and their relationships. *Monthly Weather Review*, 2417–2424.
- Murphy, A. (1992). Climatology, persistence, and their linear combination as standards of reference in skill scores. *Weather and Forecasting*, 692–698.
- Murphy, A., & Daan, H. (1985). Probability, Statistics, and Decision Making in the Atmospheric Sciences. *Westview*, 379–437.
- Peña, D. (23 de Enero de 2002). *ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIANTES*. Madrid: S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA. Recuperado el 20 de Enero de 2018
- Pérez, J. L. (29 de Diciembre de 2012). *La Estadística: Una Orquesta Hecha Instrumento*. Recuperado el 12 de Junio de 2017, de <https://estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com/2012/12/29/tema-17-analisis-de-componentes-principales/>
- Patry, M., & Kari, S (2015). *Adaptacion al Cambio Climatico en sitios Naturales del Patrimonio Mundial*. San Jose, Frania: Nación GN S.A. Recuperado el 12 de Junio de 2017, de <https://books.google.com.ec/books>



- Perry, J., Falzón, C.(2015). *Adaptacion al Cambio Climatico en sitios Naturales del Patrimonio Mundial*. San Jose, Frania: Nación GN S.A. Recuperado el 12 de Junio de 2017, de <https://books.google.com.ec/books>
- Restrepo, L., & González, J. (2007). *De Pearson a Spearman* (Vol. 20). Colombia: Rev Colomb Cienc Pecua. Recuperado el 01 de Febrero de 2018, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902007000200010
- Rosas, A., & Zúñiga, J. (2010). *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA E INFERENCIAL I*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachilleres/cb6/5sempdf/edin1/edi1_f03.pdf
- S. M. Vicente-Serrano, E. A.-H.-M. (12 de Marzo de 2016). The complex influence of ENSO on droughts in Ecuador. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00382-016-3082-y.pdf
- Society, I. R. (Mayo de 2014). *The Climate Predictability Tool*. Recuperado el 12 de Junio de 2017, de <http://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/tools/cpt/>
- Suárez, H. (09 de Julio de 2015). *Herramientas de análisis de datos*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de <https://www.certs.es/blog/correlacion-herramientas-analisis-datos>
- Wilks, D. (2006). *STATISTICAL METHODS IN THE ATMOSPHERIC SCIENCES*. San Diego, California: Elsevier Inc.
- Wilson, L. (2001). *Verification of Precipitation Forecasts: A Survey of Methodology.Part I: General Framework and Verification of Continuous Variables. WWRP/WMO Workshop on the Verification of Quantitative Precipitation Forecasts*. Recuperado el 12 de Febrero de 2018, de http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/QPF_Prague2001/papers/bgb_paper_final.pdf
- Wilson, L.J; Burrows, W.R; Lanzinger, A. (1999). *A strategy for verification of weather element forecasts from an ensemble prediction system* (Vol. 127). Monthly Weather



Universidad de Cuenca

Review. Recuperado el 12 de Enero de 2018, de
https://www.nssl.noaa.gov/users/brooks/public_html/feda/papers/wilsonetal99.pdf



ANEXOS

1. Información de precipitación mensual de las estaciones de la cuenca de Paute

Tabla 12. Datos de precipitación de la estación de Palmas

MO45												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	78.10	42.60	124.20	188.40	98.00	192.20	187.60	156.80	122.10	138.70	56.50	44.30
1981	44.40	93.30	120.20	104.40	83.50	109.10	161.90	121.50	78.60	54.20	58.80	73.00
1982	74.30	32.30	82.20	150.40	137.40	66.80	159.70	154.10	72.30	83.53	68.60	74.10
1983	75.30	137.80	95.20	175.90	155.20	76.90	122.00	103.80	93.60	122.70	55.50	84.50
1984	39.40	152.90	121.60	192.50	139.10	169.20	258.20	80.50	96.40	48.20	91.80	91.30
1985	24.40	63.60	60.00	88.00	170.00	259.60	257.70	157.80	92.10	52.40	50.40	34.70
1986	29.40	83.20	87.90	203.30	131.70	144.00	242.80	75.60	176.30	83.53	81.38	73.40
1987	39.70	153.60	116.80	159.70	115.10	151.60	162.30	127.80	92.10	95.80	59.20	98.60
1988	65.20	154.20	56.80	147.94	142.52	153.30	167.60	96.00	53.50	136.50	114.30	29.80
1989	66.80	115.30	147.70	93.30	202.70	207.00	278.90	66.90	75.80	106.20	68.80	2.00
1990	78.50	60.70	172.70	114.60	128.70	227.80	156.70	183.70	94.80	105.00	97.10	116.00
1991	54.70	115.70	38.90	112.10	174.00	253.40	157.40	122.10	71.80	93.90	100.30	42.60
1992	25.40	57.90	96.60	125.60	136.20	180.40	133.10	77.30	107.60	46.90	67.10	77.00
1993	59.70	91.90	191.50	168.10	81.30	206.70	213.50	119.17	96.32	99.00	64.20	103.20
1994	58.02	87.53	101.45	147.94	142.52	180.55	279.60	119.17	96.32	102.40	114.40	56.30
1995	50.50	46.70	76.60	123.40	165.10	118.70	178.70	55.60	110.20	46.70	85.20	112.10
1996	73.10	166.50	46.30	176.10	119.50	104.70	285.00	124.40	96.32	83.53	81.38	73.40
1997	58.02	87.53	101.45	147.94	142.52	180.55	176.10	119.17	96.32	83.53	81.38	73.40
1998	58.02	87.53	101.45	147.94	142.52	180.55	176.10	119.17	96.32	83.53	81.38	73.40
1999	58.02	87.53	101.45	147.94	142.52	180.55	176.10	119.17	96.32	83.53	81.38	73.40
2000	58.02	87.53	101.45	147.94	142.52	180.55	176.10	165.90	166.40	56.80	45.10	83.80
2001	55.40	54.00	77.10	184.40	92.30	342.50	121.40	140.10	82.30	37.50	101.00	104.00
2002	33.40	63.10	83.50	129.50	137.00	180.60	172.50	100.20	53.60	106.80	137.10	74.80
2003	65.90	67.40	106.20	135.60	255.20	126.90	140.30	119.17	80.40	84.60	84.00	79.60
2004	30.40	59.10	130.20	127.60	128.20	309.90	174.20	103.10	135.20	93.20	101.00	55.20
2005	47.50	111.30	124.40	243.60	131.60	197.90	120.80	48.50	55.60	78.20	41.90	147.40
2006	67.50	51.80	97.90	128.00	129.40	161.30	118.00	103.90	126.90	60.00	42.30	77.00
2007	103.60	34.90	114.00	167.40	140.30	292.50	40.80	193.00	109.10	69.20	155.40	70.30
2008	82.70	87.53	120.80	116.60	166.70	121.70	151.10	146.70	120.00	116.80	106.90	39.30
2009	110.00	72.90	66.50	138.70	163.50	130.60	138.20	163.80	64.00	74.10	54.20	56.90
2010	33.30	105.50	81.90	151.20	181.20	208.90	174.60	110.20	77.20	62.40	94.70	80.60
media mensual	58.02	87.53	101.45	147.94	142.52	180.55	176.10	119.17	96.32	83.53	81.38	73.40

Fuente: INAMHI



Tabla 13. Datos de precipitación la estación de Paute

M0138												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	93.90	71.40	76.40	67.30	32.70	44.00	47.10	34.60	30.60	91.60	84.90	61.90
1981	90.40	31.80	94.50	59.40	27.40	34.00	52.50	25.80	24.00	68.60	71.10	111.60
1982	97.00	60.80	172.70	73.10	87.70	16.10	46.90	41.20	22.70	154.00	69.80	105.50
1983	83.50	66.00	156.40	77.20	81.20	15.60	38.50	29.30	34.30	94.70	64.00	32.10
1984	40.30	104.40	89.60	145.10	97.20	61.90	52.60	23.90	32.70	34.70	73.50	22.50
1985	45.90	16.70	29.30	90.20	60.50	34.20	43.20	58.40	28.50	44.00	24.70	26.40
1986	16.40	88.60	77.50	86.91	58.86	50.48	42.85	32.92	29.97	69.97	75.64	75.18
1987	53.09	63.93	97.74	86.91	58.86	50.48	42.85	32.92	29.97	69.97	75.64	75.18
1988	53.09	63.93	97.74	86.91	58.86	35.90	49.40	40.30	24.10	117.00	70.80	78.00
1989	82.30	119.10	179.70	19.50	26.30	71.10	45.40	7.60	20.70	164.30	12.30	42.10
1990	28.70	40.80	32.50	81.70	24.90	43.70	18.90	32.70	32.90	83.80	63.10	115.40
1991	37.00	36.20	47.40	71.80	75.60	51.00	25.20	35.00	19.80	30.00	93.10	64.40
1992	26.90	55.00	72.70	54.00	50.40	52.40	41.70	15.30	28.30	32.70	77.90	83.60
1993	26.70	135.60	195.60	73.50	43.10	27.90	44.30	24.40	22.10	100.40	83.90	198.90
1994	62.90	36.00	110.00	112.20	61.40	64.10	69.20	81.90	24.00	98.80	113.70	42.60
1995	6.30	31.00	42.30	71.80	76.80	24.10	63.00	11.70	28.20	40.30	133.50	108.60
1996	93.10	176.50	100.00	126.40	98.00	41.70	53.50	33.20	39.20	114.40	31.40	50.10
1997	93.50	64.90	69.50	66.10	29.60	30.90	48.20	41.70	29.97	70.10	140.60	57.40
1998	38.90	65.50	82.20	100.00	50.70	43.60	68.40	29.70	11.90	69.97	73.70	16.00
1999	62.60	70.50	216.80	69.20	84.40	56.10	47.80	58.70	29.97	64.30	32.00	190.40
2000	88.50	63.93	134.30	93.10	98.80	70.40	10.50	46.90	29.97	12.50	27.50	42.30
2001	50.70	24.10	53.40	73.80	45.30	75.90	28.30	27.90	40.00	26.30	59.70	58.30
2002	21.60	38.80	72.20	90.80	63.80	49.20	26.30	25.00	26.70	85.00	79.60	58.80
2003	29.00	70.30	102.20	82.80	70.40	53.40	30.90	10.00	39.50	63.40	101.90	37.40
2004	18.20	46.30	60.00	88.10	42.80	50.30	65.90	13.50	70.00	70.60	138.60	59.90
2005	29.40	83.50	122.00	128.00	14.50	54.30	26.00	11.10	15.30	88.40	42.60	133.60
2006	61.40	32.70	112.60	120.30	31.30	64.40	11.20	26.80	37.10	29.00	98.00	99.70
2007	52.90	15.70	92.90	118.90	48.70	96.20	19.10	66.60	39.40	64.50	104.90	77.10
2008	50.20	111.30	113.80	96.70	111.40	60.40	42.80	47.60	38.60	69.97	139.00	73.50
2009	87.90	52.60	91.10	90.00	66.00	40.40	28.90	24.00	23.00	68.60	28.60	90.90
2010	23.60	43.80	34.80	92.60	106.10	100.80	96.90	29.80	25.60	47.20	134.90	116.50
media mensual	53.09	63.93	97.74	86.91	60.76	50.48	42.85	32.92	29.97	72.23	78.08	77.61

Fuente: INAMHI



Tabla 14. Datos de precipitación de la estación de Gualaceo

M0139												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	118.60	136.00	54.90	64.90	12.00	26.80	41.70	35.90	35.90	104.70	119.90	107.40
1981	82.50	31.80	112.80	27.80	22.20	20.70	56.00	26.80	21.60	43.30	19.00	145.00
1982	136.90	74.40	21.20	73.40	90.30	46.90	47.70	23.24	8.60	127.00	75.70	93.90
1983	52.10	51.90	142.30	128.50	66.60	9.10	12.90	14.60	17.90	57.20	85.50	68.20
1984	46.80	108.60	81.70	88.90	77.00	41.20	33.70	10.70	40.70	44.60	114.30	24.10
1985	95.40	17.00	26.40	82.00	49.40	26.60	26.00	23.00	34.40	57.00	34.20	62.90
1986	56.80	45.80	50.80	43.50	35.60	9.30	33.64	23.24	32.62	82.20	78.40	44.20
1987	28.70	47.40	176.40	133.10	70.60	40.28	45.20	16.40	32.62	81.50	43.90	22.00
1988	65.73	118.60	41.10	200.80	98.20	38.40	33.64	27.50	37.90	105.70	106.70	85.70
1989	79.50	114.80	213.70	23.50	34.60	51.20	36.20	8.50	26.80	126.50	48.70	55.10
1990	73.50	88.90	56.80	56.80	22.30	32.90	41.50	22.70	21.10	114.40	81.10	85.90
1991	84.20	40.40	80.20	47.00	37.00	45.80	33.64	23.24	56.30	45.20	101.70	39.30
1992	28.60	57.60	86.30	53.20	27.60	49.30	14.60	11.20	32.70	8.20	90.30	70.30
1993	13.40	87.00	183.80	80.00	41.00	10.30	33.64	23.24	1.80	90.90	39.70	141.70
1994	83.70	16.90	118.00	90.69	59.73	53.30	73.50	47.50	18.70	136.40	114.70	54.70
1995	5.00	54.50	27.00	74.80	71.50	35.30	38.10	3.90	10.60	46.20	104.50	95.20
1996	127.10	146.00	94.10	90.69	84.30	40.28	40.80	38.30	58.70	116.80	30.30	28.40
1997	118.40	48.90	64.40	43.10	44.30	52.80	25.30	23.24	68.90	57.70	133.20	103.10
1998	35.60	69.10	110.60	112.40	106.60	21.70	59.80	14.80	2.80	105.70	144.20	9.70
1999	74.70	167.00	193.00	76.90	104.90	45.70	41.00	27.40	91.30	81.50	91.09	77.41
2000	65.73	76.53	94.10	90.69	59.73	40.28	33.64	23.24	32.62	81.50	91.09	77.41
2001	43.10	50.00	47.40	79.50	67.30	67.40	11.80	22.20	50.30	60.70	108.50	54.80
2002	61.40	78.90	60.30	84.00	102.70	31.60	22.70	15.20	7.50	103.00	85.30	87.00
2003	48.00	24.30	103.90	99.50	44.40	47.30	23.30	7.40	53.70	100.60	90.50	49.10
2004	26.40	96.10	65.60	112.60	73.60	33.70	25.10	13.40	81.00	43.20	152.80	84.30
2005	65.20	91.20	172.90	95.80	26.40	57.10	14.40	12.10	16.90	116.00	44.30	153.00
2006	100.00	152.40	81.70	119.70	26.60	44.20	10.00	23.24	23.60	98.60	116.30	117.80
2007	56.60	10.30	74.50	130.10	68.00	87.90	14.40	60.00	41.50	113.00	100.50	90.90
2008	82.90	157.70	151.00	116.20	130.00	53.80	21.20	43.00	41.20	125.80	158.10	88.20
2009	131.80	36.90	93.70	183.90	69.80	31.40	18.70	17.70	9.80	60.00	43.80	42.30
2010	15.10	75.40	36.40	107.30	87.10	96.30	79.00	37.60	33.70	72.90	175.40	140.80
media mensual	67.85	76.53	94.10	90.69	61.66	41.58	33.64	23.24	33.67	84.13	91.09	77.41

Fuente: INAMHI



Tabla 15. Datos de precipitación de la estación de Jacarín

MO197												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	75.40	106.50	53.70	56.30	15.20	9.80	29.20	18.40	29.10	120.40	94.20	92.00
1981	34.40	41.80	114.30	79.90	39.20	29.80	26.10	16.70	7.10	76.60	54.00	89.50
1982	69.90	45.10	58.10	114.50	92.90	6.90	16.20	12.30	31.10	77.21	47.00	109.40
1983	72.60	64.20	94.80	118.40	72.90	7.00	10.70	7.70	11.60	59.60	42.30	70.60
1984	53.60	119.00	128.60	131.00	63.30	19.90	19.50	14.10	44.20	74.30	79.00	35.40
1985	56.40	9.40	27.60	54.30	21.40	15.90	12.60	28.70	24.50	62.10	60.30	66.00
1986	38.90	83.90	78.90	66.00	58.20	5.60	11.70	10.60	36.20	50.10	63.80	95.70
1987	20.70	49.90	104.80	65.60	66.40	4.90	14.00	14.50	18.30	67.00	52.10	14.40
1988	79.90	67.30	20.70	95.97	62.30	16.30	22.80	20.80	20.70	95.80	120.30	129.80
1989	94.50	103.60	133.40	26.50	12.60	57.00	23.70	5.40	41.70	104.60	30.70	37.20
1990	98.50	94.30	16.00	96.30	36.50	34.40	23.70	11.20	21.70	148.60	106.50	77.60
1991	34.20	47.20	199.10	68.80	60.60	23.70	24.60	15.40	22.00	14.60	148.90	80.30
1992	64.03	44.40	62.40	94.90	34.10	21.40	9.40	8.00	23.40	45.80	63.20	118.50
1993	57.60	156.50	147.70	97.20	53.40	32.65	19.73	11.50	24.97	77.21	87.84	78.45
1994	64.03	72.17	96.33	95.97	56.20	32.65	19.73	16.20	24.97	77.21	87.84	78.45
1995	64.03	72.17	96.33	95.97	56.20	32.65	19.73	16.20	24.97	77.21	87.84	78.45
1996	64.03	72.17	96.33	95.97	56.20	32.65	19.73	16.20	24.97	77.21	87.84	78.45
1997	64.03	72.17	96.33	95.97	56.20	32.65	19.73	16.20	24.97	77.21	87.84	78.45
1998	64.03	72.17	96.33	95.97	56.20	32.65	19.73	16.20	24.97	77.21	87.84	78.45
1999	64.03	72.17	96.33	95.97	56.20	32.65	19.73	16.20	24.97	77.21	87.84	78.45
2000	64.03	72.17	96.33	95.97	56.20	32.65	19.73	26.20	24.97	27.00	11.60	68.60
2001	119.20	70.30	119.20	68.90	50.70	43.70	16.80	17.00	32.10	25.70	75.20	55.70
2002	52.90	51.10	72.30	112.70	78.40	28.30	21.10	16.20	21.20	98.60	101.90	88.40
2003	88.40	33.70	88.40	104.20	48.80	33.20	25.00	3.90	29.60	99.80	101.70	55.50
2004	39.90	55.80	54.30	139.40	74.90	24.60	41.30	10.10	24.97	84.60	128.50	69.90
2005	55.10	94.10	167.50	70.80	13.70	94.60	16.60	8.00	11.90	98.90	72.90	78.45
2006	75.70	108.30	170.30	115.20	42.80	46.50	5.30	23.20	21.40	40.00	159.20	135.50
2007	61.10	42.20	116.60	169.10	45.60	84.70	14.60	40.40	20.30	80.20	122.50	78.45
2008	101.80	131.40	145.70	140.40	135.50	48.20	29.20	38.60	29.70	159.80	152.80	76.90
2009	85.30	57.90	79.10	117.50	51.80	61.80	20.00	8.80	31.70	76.10	69.60	80.80
2010	6.60	54.20	58.30	99.50	117.70	32.65	19.73	17.20	19.80	65.70	150.00	78.20
media mensual	64.03	72.17	96.33	95.97	56.20	32.65	19.73	16.20	24.97	77.21	87.84	78.45

Fuente: INAMHI



Tabla 16. Datos de precipitación de la estación de Biblián

M0137												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	63.16	98.12	119.15	124.65	79.69	53.35	48.45	36.60	43.09	129.80	123.30	51.90
1981	15.30	61.60	135.50	103.50	50.30	36.90	53.20	23.00	23.10	69.10	72.90	104.50
1982	72.80	34.80	82.10	84.10	124.80	29.50	42.90	42.60	42.60	82.23	106.11	84.31
1983	63.16	98.12	119.15	124.65	79.10	53.35	48.45	36.60	43.09	82.23	43.20	128.70
1984	42.10	172.70	123.20	138.00	79.69	65.00	40.70	50.90	78.70	53.20	90.30	34.00
1985	46.70	28.70	51.80	136.50	52.70	44.20	47.30	47.40	31.40	82.23	106.11	84.31
1986	43.70	77.80	73.70	54.50	64.50	36.50	36.10	20.50	70.10	92.70	102.20	63.20
1987	17.10	69.20	157.30	123.80	115.00	20.80	38.10	28.00	36.20	94.60	38.40	42.90
1988	98.70	141.80	98.40	186.60	84.10	36.50	44.50	36.60	23.60	149.40	144.40	63.40
1989	122.90	147.70	152.70	35.70	30.20	61.40	43.20	11.80	37.30	116.40	14.60	16.10
1990	50.30	107.30	44.50	124.90	66.70	34.10	38.30	27.20	32.40	90.50	67.20	48.00
1991	57.90	27.90	126.60	76.60	90.20	46.50	31.40	32.60	41.20	54.20	109.90	57.30
1992	58.80	106.50	100.50	67.90	48.60	52.90	33.60	10.50	59.30	41.30	105.60	89.30
1993	91.90	132.70	212.70	95.60	64.20	37.20	57.50	18.30	20.40	78.70	92.00	122.80
1994	89.80	111.20	160.80	103.00	80.70	91.40	87.60	109.40	69.90	60.10	216.60	70.10
1995	13.00	112.20	87.20	266.70	96.20	25.00	62.30	10.20	23.10	28.90	163.50	110.90
1996	63.16	144.00	119.15	124.65	79.69	58.90	55.00	16.40	18.80	82.23	106.11	84.31
1997	63.16	98.12	119.15	124.65	29.20	22.20	49.40	23.70	43.90	67.00	106.11	84.31
1998	103.00	98.12	119.15	124.65	79.69	53.35	110.90	27.50	17.40	151.20	109.50	23.30
1999	61.20	168.50	160.50	124.65	79.69	28.10	47.50	34.70	43.09	82.23	106.11	84.31
2000	47.40	115.60	102.90	108.00	116.70	53.70	42.10	98.80	67.30	30.00	23.90	85.90
2001	66.10	50.10	119.15	124.65	79.69	53.35	48.45	36.60	43.09	82.23	106.11	84.31
2002	63.16	98.12	119.15	124.65	79.69	53.35	48.45	36.60	43.09	82.23	103.70	103.00
2003	38.60	43.40	110.40	155.00	121.70	62.40	34.70	29.00	62.80	100.70	153.20	93.30
2004	31.60	42.80	50.20	108.00	79.69	53.35	48.45	17.30	63.90	64.50	153.60	89.30
2005	28.20	120.90	198.30	91.90	34.10	77.90	31.40	27.60	26.20	93.70	115.40	195.90
2006	63.20	60.00	122.50	150.30	78.20	65.60	23.30	43.10	57.60	47.10	159.40	116.10
2007	88.60	51.10	108.20	207.40	93.40	143.70	26.90	63.20	40.90	96.90	104.30	108.70
2008	82.70	233.40	145.50	211.80	177.90	94.90	64.00	46.60	46.00	128.20	153.50	84.30
2009	147.40	91.10	135.00	112.40	54.70	55.10	69.30	54.60	43.09	82.23	106.11	84.31
2010	63.16	98.12	119.15	124.65	79.69	53.35	48.45	36.60	43.09	53.00	86.00	120.50
media mensual	63.16	98.12	119.15	124.65	79.69	53.35	48.45	36.60	43.09	82.23	106.11	84.31

Fuente: INAMHI



Tabla 17. Datos de precipitación de la estación del Labrado

M0141												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	118.90	114.70	127.00	156.50	76.60	83.70	120.10	70.80	44.30	155.20	172.90	107.80
1981	98.17	182.90	251.00	145.10	123.40	85.80	87.60	62.30	63.30	75.20	27.90	135.80
1982	102.40	60.80	89.10	144.10	178.10	53.90	111.40	79.10	118.80	171.60	85.80	186.00
1983	153.20	104.90	166.60	149.80	187.80	59.30	50.50	71.10	56.90	140.50	77.00	156.60
1984	50.20	179.20	142.20	162.60	102.70	93.00	75.90	70.30	119.90	116.80	82.90	71.40
1985	67.70	43.80	27.50	129.50	72.60	90.30	89.80	67.70	53.40	71.40	82.20	127.00
1986	75.00	79.30	100.80	153.50	90.10	54.30	97.40	26.30	97.60	112.20	101.50	66.60
1987	66.10	114.80	97.10	147.60	119.20	48.60	86.40	68.50	86.80	94.30	107.60	34.60
1988	149.80	140.90	52.80	264.40	102.20	53.20	81.80	61.94	45.10	121.40	163.90	121.30
1989	171.20	175.20	159.70	80.00	81.60	125.10	95.00	31.80	93.80	103.20	27.20	22.70
1990	101.50	62.70	118.80	140.50	128.40	89.30	81.80	61.94	71.07	153.90	91.20	55.70
1991	42.80	63.10	126.10	102.00	131.00	93.90	118.90	87.10	61.70	100.40	158.60	88.10
1992	40.20	109.80	152.60	155.10	88.50	93.90	58.80	39.60	71.07	100.71	104.32	105.65
1993	130.90	139.50	199.20	148.20	86.50	83.40	99.50	54.00	60.20	73.90	74.10	122.50
1994	98.20	113.20	175.50	164.90	120.10	122.10	120.60	61.94	96.50	38.20	110.00	96.20
1995	48.70	78.70	112.90	113.70	123.22	93.90	89.21	21.90	59.50	138.30	155.10	179.70
1996	120.40	141.20	190.50	250.80	168.10	73.60	162.00	68.40	92.70	181.20	37.80	63.50
1997	118.10	117.00	165.80	203.60	104.60	52.60	116.40	68.60	50.20	82.70	287.30	101.80
1998	50.80	191.40	190.00	129.10	148.00	117.70	132.20	62.80	30.40	100.71	57.70	40.10
1999	139.40	196.40	170.50	227.10	189.10	93.90	113.00	95.70	127.70	63.40	43.90	179.10
2000	98.17	207.00	150.50	191.00	223.70	103.10	61.80	68.30	71.07	48.90	35.60	50.30
2001	151.10	87.10	165.80	123.00	107.60	139.80	94.90	89.30	65.30	39.30	104.32	105.65
2002	82.70	90.90	116.70	128.00	126.80	57.50	83.40	59.70	71.07	155.10	121.10	105.10
2003	37.50	46.80	87.00	138.50	135.30	96.60	71.90	30.90	59.60	85.20	138.00	98.70
2004	55.90	117.20	99.40	174.10	126.70	120.20	74.50	54.50	86.00	84.00	128.40	140.10
2005	59.00	146.60	219.00	115.80	91.30	125.00	40.60	35.70	43.90	55.80	73.60	210.90
2006	122.70	126.10	174.90	164.50	76.70	89.70	40.50	65.70	54.60	57.00	190.40	141.50
2007	106.80	36.30	167.00	170.80	107.50	209.30	35.30	104.70	58.70	115.40	147.20	107.50
2008	148.20	223.90	158.50	196.80	201.40	96.60	109.40	79.60	82.60	152.90	121.30	70.80
2009	169.30	110.50	106.00	127.90	74.00	100.50	81.00	60.50	71.07	97.20	77.00	96.70
2010	68.10	136.90	80.00	109.60	126.90	111.00	84.00	39.50	38.30	36.10	48.10	85.80
media mensual	98.17	120.61	140.02	155.10	123.22	93.90	89.21	61.94	71.07	100.71	104.32	105.65

Fuente: INAMHI



Tabla 18. Datos de precipitación de la estación del Río Mazar

M0410												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	98.30	29.60	163.70	96.90	135.10	174.30	151.40	152.90	91.40	167.30	70.60	35.10
1981	44.90	117.30	119.30	69.80	142.80	166.10	127.30	110.10	116.10	65.70	28.30	47.30
1982	33.30	23.70	99.60	156.20	148.50	123.20	183.20	135.20	95.20	99.80	72.70	75.30
1983	130.60	72.90	126.10	108.50	189.50	129.20	157.10	108.10	182.10	104.40	29.00	90.30
1984	25.40	181.70	103.50	143.10	191.70	166.84	158.30	93.90	112.00	83.72	63.60	73.57
1985	27.40	68.60	67.80	52.60	124.40	171.90	192.20	155.60	134.80	69.80	35.30	57.00
1986	61.40	48.00	104.50	112.90	130.40	116.00	156.50	94.10	181.30	104.60	68.00	73.57
1987	96.70	153.20	90.60	146.60	86.50	127.90	146.70	172.20	101.14	107.40	29.40	101.30
1988	36.80	107.50	48.90	181.60	174.00	73.40	143.80	106.60	66.50	95.80	88.90	73.57
1989	63.27	85.36	98.49	135.18	133.60	167.80	193.10	69.10	77.60	92.50	63.60	73.57
1990	63.27	49.80	224.30	120.90	124.90	203.00	122.40	152.90	125.10	81.70	96.40	66.00
1991	42.60	109.30	48.10	80.00	190.90	167.30	152.90	90.70	29.10	29.10	79.10	39.50
1992	41.00	52.30	93.50	109.80	168.50	199.00	170.50	104.60	107.30	73.90	63.60	73.57
1993	63.27	90.00	120.90	173.50	76.80	134.70	95.90	123.10	73.30	104.00	41.10	106.90
1994	120.50	48.40	102.50	123.80	219.40	260.10	268.50	234.50	113.70	86.40	111.90	78.80
1995	56.30	38.20	55.90	181.80	229.60	132.40	202.70	93.30	113.30	101.10	88.70	112.80
1996	61.20	200.70	33.20	167.00	144.20	132.90	247.30	97.10	130.50	80.80	35.10	52.60
1997	47.30	95.70	84.50	102.40	166.70	74.40	187.30	157.90	82.10	69.60	82.30	97.50
1998	116.50	90.80	135.60	144.70	103.00	189.30	188.30	107.40	49.10	119.70	48.50	45.00
1999	55.60	103.00	188.20	250.10	154.80	166.84	162.87	157.10	137.60	54.90	14.40	67.50
2000	85.80	152.70	103.00	163.10	249.30	212.70	101.80	151.40	101.14	64.40	33.60	113.90
2001	60.50	41.30	82.00	119.00	130.60	233.10	205.60	132.10	93.80	88.60	56.50	108.20
2002	21.50	69.00	71.80	145.10	128.50	126.40	148.00	84.30	67.40	116.60	137.30	57.40
2003	105.60	108.40	74.60	174.60	206.60	163.10	161.10	89.80	104.50	57.10	70.20	71.60
2004	21.20	60.30	145.40	150.30	196.00	236.90	171.10	124.62	92.70	87.20	84.20	81.10
2005	18.20	117.90	57.70	192.80	89.80	231.20	88.00	73.00	52.30	66.10	48.30	128.10
2006	66.10	74.10	77.00	96.20	141.00	158.60	133.90	114.20	124.40	58.70	51.90	70.50
2007	138.70	24.60	141.40	147.80	137.90	249.80	47.20	183.50	131.90	83.72	136.10	73.10
2008	43.00	130.60	75.70	98.30	203.30	151.00	218.40	177.30	90.40	71.20	64.10	38.70
2009	80.50	43.20	29.00	79.90	101.90	135.40	236.90	123.10	80.60	63.60	15.20	58.30
2010	34.70	58.00	86.50	166.10	153.20	197.30	128.70	93.60	76.90	45.80	63.60	39.00
media mensual	63.27	85.36	98.49	135.18	153.98	166.84	162.87	124.62	101.14	83.72	63.60	73.57

Fuente: INAMHI



Tabla 19. Datos de precipitación de la estación de Chanín

M0414												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	119.10	123.40	97.80	64.70	127.30	132.00	94.20	37.60	63.20	143.70	47.80	66.00
1981	41.30	52.30	90.30	87.00	72.20	53.10	78.70	42.30	36.30	108.30	34.40	124.80
1982	77.40	54.40	83.90	162.80	207.20	51.10	88.90	86.90	52.10	141.70	250.10	154.90
1983	88.80	60.00	220.30	95.00	192.00	38.00	44.10	67.40	69.40	87.10	89.10	90.00
1984	33.30	210.20	129.20	179.60	121.80	92.70	80.20	43.80	103.20	58.20	107.90	42.10
1985	37.80	19.50	43.30	90.20	101.80	106.70	82.00	91.50	50.90	70.50	44.80	56.10
1986	53.89	62.80	96.70	139.58	113.67	106.00	77.30	43.90	65.76	121.80	140.00	43.30
1987	64.20	36.80	173.60	178.20	101.50	52.80	70.80	41.50	71.80	175.90	38.40	40.10
1988	56.70	97.80	119.21	225.40	137.30	84.50	116.90	71.90	43.80	188.30	98.59	42.90
1989	98.30	123.10	154.60	53.20	118.10	142.80	95.20	79.60	41.60	134.70	27.20	70.65
1990	19.20	66.20	56.90	84.20	88.80	103.60	54.70	62.30	91.40	73.70	59.10	44.40
1991	33.20	68.40	24.60	120.20	135.80	97.20	88.40	57.40	30.00	79.60	89.50	50.70
1992	32.60	76.30	69.30	100.80	83.50	90.50	82.10	67.40	110.50	43.70	70.60	74.10
1993	35.20	138.60	205.60	139.50	8.10	99.80	148.40	40.20	50.00	110.80	86.80	119.30
1994	53.89	21.80	162.70	162.80	145.30	136.60	124.10	150.00	65.76	123.00	150.10	44.00
1995	24.70	80.48	71.10	111.30	148.40	77.60	106.60	12.30	56.70	54.50	164.10	84.40
1996	60.90	147.60	89.60	157.90	84.30	123.60	147.70	72.90	77.60	90.30	7.50	14.10
1997	39.60	45.20	96.60	98.00	118.70	60.40	121.80	95.10	42.10	84.80	215.10	71.40
1998	30.90	71.80	161.80	139.58	73.10	65.60	205.00	72.50	31.80	93.80	80.20	21.20
1999	53.89	128.40	185.00	308.00	113.67	129.40	123.40	104.60	138.70	42.10	98.59	106.10
2000	71.80	143.30	142.70	175.30	209.80	116.20	82.30	76.50	177.60	34.60	16.60	65.50
2001	106.50	53.10	55.40	122.50	72.10	142.80	73.40	73.30	65.76	38.40	65.40	98.80
2002	62.70	48.50	53.30	185.40	113.67	82.40	97.41	68.10	49.50	141.70	131.60	37.20
2003	26.80	54.60	70.50	127.10	159.20	115.70	90.00	68.60	78.60	61.50	125.30	82.60
2004	9.80	0.50	94.40	98.00	133.00	160.20	115.00	56.50	69.90	74.40	130.30	48.40
2005	26.10	80.48	138.30	136.60	74.80	120.20	48.50	41.30	52.00	74.90	68.00	144.60
2006	99.40	40.60	156.00	162.90	68.00	130.30	59.20	62.10	87.10	60.00	128.50	106.80
2007	88.50	33.10	131.00	186.20	89.70	219.30	21.10	89.70	31.20	119.10	84.90	87.60
2008	45.70	253.60	187.20	88.40	96.40	34.70	51.10	36.80	57.00	90.88	258.50	99.40
2009	53.89	52.10	263.10	170.80	64.70	82.30	228.60	124.10	33.20	85.40	35.60	60.70
2010	24.40	50.00	71.50	175.70	149.80	138.70	122.60	51.40	44.20	10.00	111.70	68.60
media mensual	53.89	80.48	119.21	139.58	113.67	102.80	97.41	67.40	65.76	90.88	98.59	72.93

Fuente: INAMHI



Tabla 20. Datos de precipitación de la estación de Piscícola

M0417												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	127.30	133.80	82.10	128.60	80.60	64.20	114.30	64.40	82.40	135.80	196.20	110.10
1981	63.30	148.50	182.50	143.90	74.20	111.80	83.60	42.40	27.50	86.80	45.20	145.20
1982	158.50	51.90	60.00	123.90	150.10	42.70	104.60	66.00	62.70	168.10	120.80	193.90
1983	85.20	84.50	144.40	194.70	89.40	40.70	75.60	58.90	49.50	155.00	41.30	231.40
1984	92.00	335.00	157.40	199.00	106.10	90.40	108.30	87.40	108.10	101.80	83.90	123.00
1985	58.40	38.80	55.20	72.20	140.00	135.10	143.80	76.50	110.90	73.60	94.00	118.20
1986	89.90	72.60	100.80	162.20	103.30	53.10	113.00	22.50	89.90	182.10	145.80	82.30
1987	87.40	134.30	116.40	109.40	104.90	115.80	142.60	91.10	111.50	122.00	153.80	49.20
1988	176.20	187.20	61.30	284.20	159.40	69.40	87.10	69.90	73.10	183.30	158.30	87.10
1989	163.20	143.70	150.10	73.80	76.40	157.90	95.00	43.20	99.50	141.80	46.20	29.90
1990	144.20	76.90	77.80	123.90	103.20	90.60	48.60	52.90	52.50	155.40	120.40	59.50
1991	56.00	92.10	145.50	110.10	126.10	73.80	62.60	67.53	68.20	69.20	98.70	96.60
1992	17.70	88.10	155.20	107.00	81.90	67.30	48.30	43.10	83.60	77.10	79.30	81.80
1993	105.20	145.80	196.40	158.50	127.70	79.30	121.10	64.90	101.20	55.40	84.30	154.00
1994	174.10	118.10	162.60	171.60	159.20	93.80	92.50	156.70	77.70	88.80	181.60	96.90
1995	89.70	80.70	108.00	216.80	197.90	120.60	98.50	12.60	43.10	72.40	147.10	182.60
1996	95.00	179.80	105.90	134.80	212.00	147.60	145.30	103.50	97.60	153.50	57.90	1.90
1997	121.20	155.80	183.20	215.80	235.30	63.60	88.32	63.70	109.90	118.80	107.78	113.40
1998	99.50	146.90	197.70	259.90	202.20	216.50	88.32	128.70	21.40	352.90	113.70	81.80
1999	269.90	333.00	423.60	156.00	262.20	146.50	88.32	67.53	192.70	141.20	40.50	169.90
2000	105.40	126.55	144.03	156.00	127.70	101.33	88.32	67.53	77.26	119.80	116.60	94.90
2001	105.40	126.55	144.03	156.00	127.70	101.33	88.32	67.53	129.80	44.30	124.00	145.60
2002	61.00	71.50	117.20	107.40	116.10	62.70	72.50	47.30	22.10	128.40	97.40	92.80
2003	33.90	68.30	91.80	183.10	156.80	90.70	81.40	67.53	59.80	63.50	131.10	77.30
2004	36.20	83.40	98.70	114.70	145.30	112.30	76.90	45.90	113.70	74.00	106.40	121.60
2005	72.70	100.50	211.00	128.30	99.50	106.10	49.10	40.80	27.50	107.40	60.60	156.50
2006	102.50	129.60	176.40	172.20	76.90	94.00	41.00	62.60	53.50	55.60	178.80	135.20
2007	85.10	43.10	181.50	211.80	110.10	210.30	18.10	97.40	51.90	119.50	148.40	78.50
2008	98.10	216.20	186.40	167.90	150.40	94.70	83.60	101.40	87.30	187.80	92.20	40.60
2009	187.70	83.20	103.80	136.20	56.00	85.70	100.60	44.40	31.80	58.70	119.00	114.20
2010	105.40	126.55	144.03	156.00	127.70	101.33	88.32	67.53	77.26	119.80	49.90	106.00
media mensual	105.40	126.55	144.03	156.00	131.82	101.33	88.32	67.53	77.26	119.80	107.78	108.77

Fuente: INAMHI



Tabla 21. Datos de precipitación de la estación de Cumbe

M0418												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	51.70	50.60	25.90	44.50	32.40	23.70	41.40	18.10	32.60	45.70	54.90	37.00
1981	23.90	19.00	52.60	68.40	40.70	33.60	41.80	48.20	7.80	43.20	18.50	37.30
1982	30.70	35.60	45.70	67.40	107.80	22.60	25.40	36.50	40.80	91.00	156.90	156.40
1983	29.00	36.60	61.70	112.80	102.30	21.60	17.60	8.90	23.00	40.40	23.10	41.90
1984	13.20	143.70	100.50	160.20	72.90	45.30	42.60	29.10	44.20	55.80	66.20	53.50
1985	24.90	4.60	15.60	39.40	68.30	40.40	19.20	75.50	26.90	47.50	70.70	120.00
1986	31.50	53.70	55.60	112.80	66.92	8.30	31.94	33.70	67.10	65.10	93.20	53.60
1987	32.80	48.60	77.20	117.50	85.50	46.40	46.40	34.00	65.10	99.50	51.90	28.80
1988	108.60	117.10	15.00	163.70	43.70	45.50	49.70	25.50	87.80	123.00	82.20	84.40
1989	94.20	105.60	134.30	63.30	52.30	82.40	55.40	14.50	39.00	110.30	53.10	19.10
1990	62.60	92.10	45.10	119.10	37.90	45.60	44.40	35.30	37.10	168.90	64.42	43.10
1991	97.00	46.30	49.70	56.80	38.60	55.30	40.80	29.80	20.20	60.20	66.30	42.90
1992	8.90	49.20	76.50	114.40	57.00	33.10	17.40	17.20	44.20	32.10	43.60	54.10
1993	79.40	94.40	216.20	79.20	64.30	31.50	20.70	27.40	15.30	39.80	52.20	111.00
1994	53.40	52.60	105.80	93.50	66.90	49.80	35.40	49.70	27.20	19.20	47.50	22.50
1995	8.70	18.90	53.20	55.50	101.90	41.20	46.80	8.00	22.00	87.90	131.50	108.80
1996	42.60	104.20	70.70	121.40	49.80	24.60	31.94	28.20	29.70	92.10	31.30	64.60
1997	63.50	74.90	87.20	70.40	32.30	35.30	31.94	51.90	38.30	79.70	122.30	32.20
1998	54.70	75.70	171.00	97.30	137.20	37.50	40.40	7.70	12.40	117.20	43.40	12.70
1999	113.80	138.60	183.70	112.40	121.10	64.00	39.10	31.50	37.10	69.70	53.40	130.80
2000	29.10	124.90	95.60	83.10	160.10	38.50	17.60	24.50	97.70	8.10	2.90	61.20
2001	80.30	20.10	158.30	69.80	44.70	50.20	20.30	26.59	48.60	33.80	62.20	62.00
2002	39.10	34.30	56.20	108.80	111.60	32.40	28.10	10.30	27.20	112.50	62.50	59.00
2003	18.90	51.80	93.40	64.10	35.30	75.40	30.30	6.80	37.80	28.20	83.40	100.10
2004	39.00	71.21	40.90	97.60	65.50	43.82	31.94	8.70	27.00	66.37	112.20	63.40
2005	43.20	128.90	153.70	142.80	35.20	65.00	7.90	10.40	37.00	68.80	13.00	91.20
2006	54.60	90.40	92.90	92.38	24.60	40.80	19.00	11.40	39.70	52.40	84.00	62.00
2007	29.10	38.70	61.90	114.80	75.40	43.82	18.00	54.90	18.50	72.30	138.30	50.50
2008	39.10	126.00	88.30	123.10	61.00	74.30	54.50	39.20	47.80	44.20	31.80	21.80
2009	98.50	65.70	34.30	74.90	41.60	51.90	15.50	6.50	38.20	16.00	43.70	64.00
2010	23.80	93.40	30.70	22.50	39.80	54.60	26.80	14.30	12.70	66.37	36.30	32.20
media mensual	49.03	71.21	82.24	92.38	66.92	43.82	31.94	26.59	37.10	66.37	64.42	62.00

Fuente: INAMHI



Tabla 22. Datos de precipitación de la estación de Sigsi INAMHI

M0424												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	96.10	118.80	70.10	111.00	53.70	70.40	86.30	41.40	62.20	135.50	62.00	38.60
1981	36.50	28.30	94.30	41.90	58.10	46.30	65.40	45.20	15.30	28.80	21.60	70.10
1982	35.00	17.00	45.30	110.00	28.30	3.70	69.40	23.20	17.30	78.50	54.70	129.20
1983	32.50	72.30	153.60	88.20	65.30	9.80	20.60	49.90	49.60	71.70	36.70	84.10
1984	43.20	103.70	71.10	151.20	78.10	75.30	50.80	37.20	35.80	20.40	70.90	26.00
1985	39.90	28.80	30.00	39.80	116.50	84.20	56.00	56.00	12.30	49.40	42.20	82.10
1986	16.50	47.40	79.60	82.70	72.90	47.50	74.30	16.90	83.20	43.40	30.70	9.70
1987	23.50	112.30	85.30	78.70	55.50	19.60	48.70	43.80	42.40	45.70	43.00	46.30
1988	36.50	97.70	47.00	137.40	91.50	31.10	60.90	21.10	37.06	51.90	42.10	29.00
1989	32.50	41.00	98.30	41.30	35.60	9.50	87.20	19.70	32.70	97.70	27.80	16.40
1990	26.60	66.30	44.20	79.20	71.60	61.70	84.20	74.00	46.70	110.10	81.40	70.30
1991	17.80	80.50	26.60	31.30	57.90	87.10	52.00	41.90	15.80	10.20	26.50	17.50
1992	19.90	48.10	81.40	67.10	38.30	57.50	64.30	15.30	39.30	34.60	53.50	38.20
1993	25.00	75.60	202.30	75.50	46.60	68.30	70.20	43.60	22.50	78.60	42.30	98.90
1994	40.03	31.70	104.50	128.60	116.90	106.00	90.30	96.20	53.50	43.90	89.10	28.70
1995	31.90	29.20	27.30	49.60	84.90	26.60	91.40	27.00	61.40	35.00	89.90	76.00
1996	49.60	53.70	65.80	136.50	64.20	33.40	105.20	50.70	67.00	45.80	72.50	50.20
1997	85.30	55.60	89.00	74.10	85.10	18.70	110.20	72.90	45.50	51.00	54.46	38.80
1998	73.80	41.40	74.20	99.40	71.60	78.50	94.50	18.90	10.50	111.20	47.10	31.60
1999	54.50	143.50	148.00	80.67	71.60	48.30	86.60	90.90	37.06	65.40	54.46	114.60
2000	7.60	86.60	38.90	80.67	111.70	52.07	22.60	81.80	45.70	46.60	54.46	53.97
2001	51.10	53.90	79.60	80.67	65.90	32.00	45.90	32.90	57.10	35.90	63.80	51.80
2002	44.80	59.00	46.10	135.00	38.00	64.90	70.20	82.90	34.30	37.40	23.50	22.90
2003	40.60	50.10	77.30	52.60	71.60	34.50	45.20	46.46	37.06	35.50	54.46	53.97
2004	8.20	14.30	31.00	51.00	58.20	26.30	41.30	40.10	34.50	25.90	54.46	51.20
2005	46.80	81.50	123.50	76.20	74.80	35.50	66.13	29.80	6.60	98.00	36.40	53.97
2006	46.00	35.80	56.50	54.00	48.30	64.80	66.13	25.20	31.00	46.00	62.50	12.40
2007	36.20	56.20	79.60	87.90	69.50	52.07	39.50	67.30	76.10	147.10	81.40	75.30
2008	29.00	140.20	189.20	80.67	148.70	63.80	61.80	69.70	40.80	82.40	147.80	62.70
2009	88.30	58.10	70.40	62.50	53.40	80.70	55.70	23.30	10.70	4.70	23.50	23.00
2010	25.70	62.21	37.50	35.30	115.20	123.90	67.00	54.90	24.80	53.80	43.00	115.50
media mensual	40.03	64.22	79.60	80.67	71.60	52.07	66.13	46.46	38.25	58.78	54.46	53.97

Fuente: INAMHI



Tabla 23. Datos de precipitación de la estación de Ricaurte

M0426												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	80.60	109.90	64.70	111.00	18.90	17.00	41.50	16.30	75.50	194.50	142.90	108.70
1981	66.80	68.60	134.50	149.30	90.48	33.20	41.10	23.10	31.00	117.90	30.70	91.00
1982	67.90	24.40	71.50	166.20	175.70	8.60	19.20	12.10	36.70	229.90	70.60	146.80
1983	79.10	63.50	102.80	175.90	163.20	10.20	11.10	9.20	9.80	105.30	67.90	113.40
1984	57.50	188.70	135.20	183.40	81.20	27.90	19.50	19.10	76.90	95.20	78.70	34.60
1985	83.80	24.30	57.60	67.40	56.60	15.70	15.60	21.30	45.40	109.80	94.11	100.90
1986	65.90	112.70	120.40	98.10	104.60	4.20	18.50	36.80	51.40	60.70	102.20	64.70
1987	35.70	52.90	83.00	71.70	158.70	8.60	16.60	12.90	28.40	92.10	65.10	19.60
1988	134.10	107.00	64.90	175.00	91.20	54.70	21.40	26.60	21.30	133.70	140.50	113.00
1989	129.70	73.40	218.40	73.40	48.30	56.70	78.10	5.90	46.30	184.90	10.10	6.70
1990	107.80	106.70	53.50	213.60	43.00	63.70	22.50	16.20	28.40	205.80	140.80	101.50
1991	35.80	128.00	179.00	84.30	61.90	38.20	25.10	13.80	35.20	56.80	134.50	85.20
1992	1.00	96.40	99.60	131.10	48.60	28.10	11.30	6.80	86.90	164.60	67.10	64.50
1993	137.50	152.90	228.00	157.80	66.60	12.50	36.20	20.70	56.00	174.70	121.30	121.20
1994	109.10	100.20	156.20	153.10	90.10	32.50	46.60	27.90	58.40	75.80	145.80	49.50
1995	33.70	57.40	60.50	78.70	106.00	52.00	44.10	4.80	7.80	73.10	116.60	133.80
1996	71.20	151.90	168.20	152.90	88.50	88.00	19.60	12.90	51.90	105.40	43.30	42.70
1997	50.30	45.30	88.50	93.70	63.40	93.30	17.00	6.40	64.30	56.80	92.30	63.10
1998	57.90	142.80	155.90	60.20	138.50	29.40	34.30	25.00	11.10	181.50	85.50	45.30
1999	121.20	157.40	167.40	167.80	184.50	69.80	25.10	23.80	82.20	51.60	67.90	129.40
2000	35.40	159.20	117.30	183.30	196.90	86.10	10.00	25.50	42.35	19.60	28.30	131.30
2001	74.20	54.50	138.00	78.50	57.20	31.10	14.60	15.80	27.50	28.20	59.90	79.20
2002	28.90	25.70	69.10	111.80	96.20	28.40	25.30	19.29	13.30	180.00	119.70	80.40
2003	45.30	58.10	86.30	115.80	53.40	36.70	25.10	36.70	48.60	82.30	153.50	106.90
2004	37.90	118.10	67.80	129.10	73.30	21.20	31.50	9.70	109.90	45.80	163.30	135.70
2005	62.10	65.90	231.90	120.70	61.70	59.00	11.70	6.50	5.30	105.80	41.40	234.30
2006	34.20	79.50	179.50	134.60	41.20	33.00	7.60	24.80	20.70	92.60	83.50	151.30
2007	41.30	32.60	139.30	188.20	43.00	83.00	8.20	38.20	26.80	58.80	107.10	76.60
2008	69.30	177.20	95.50	188.70	154.30	42.10	31.50	50.90	48.10	116.30	132.20	63.90
2009	85.40	40.50	115.60	162.80	63.40	53.70	13.40	8.50	24.70	41.00	72.30	62.80
2010	29.30	112.60	69.40	112.10	84.20	107.10	24.78	20.60	40.70	28.20	138.30	161.20
media mensual	66.77	93.17	119.98	131.94	90.48	42.76	24.78	19.29	42.35	105.44	94.11	94.17

Fuente: INAMHI



Tabla 24. Datos de precipitación de la estación de Sayausí

M0427												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	59.20	100.30	38.70	139.70	35.50	32.00	61.20	44.20	113.80	168.70	170.40	91.90
1981	43.60	159.90	149.00	184.80	77.40	46.80	58.20	42.20	54.68	128.00	13.50	99.80
1982	69.50	29.60	45.00	155.50	157.30	22.50	47.70	21.20	56.20	243.90	72.40	134.50
1983	98.80	56.50	119.90	198.40	85.60	28.30	33.70	15.00	17.40	132.80	17.70	145.20
1984	75.78	253.30	137.60	206.90	75.10	52.00	44.90	42.40	73.00	94.80	57.20	45.20
1985	43.20	17.60	37.40	78.90	64.90	29.20	31.60	49.20	33.40	41.00	140.50	74.60
1986	105.80	77.90	99.90	138.00	114.80	7.50	32.20	48.30	55.80	162.60	92.50	71.30
1987	83.50	66.60	109.30	96.60	108.10	45.20	35.80	27.40	89.20	100.10	54.80	33.30
1988	128.60	118.40	49.80	176.90	68.60	64.73	43.90	48.00	51.20	192.90	125.90	89.70
1989	105.00	128.70	210.40	75.40	180.70	107.80	28.00	13.80	49.20	92.10	28.30	36.90
1990	41.60	29.90	26.20	92.50	32.30	37.00	28.20	19.20	13.80	165.10	136.40	53.30
1991	75.40	46.20	65.20	153.00	83.10	69.20	34.70	21.90	9.30	106.60	74.00	99.40
1992	9.20	93.10	171.20	98.90	98.90	42.10	18.60	13.10	85.60	89.30	76.70	68.00
1993	113.90	179.60	274.50	279.10	74.80	38.00	69.90	17.50	94.90	111.60	73.10	185.50
1994	109.70	147.60	188.10	165.50	215.20	45.40	41.60	39.40	63.70	55.50	258.40	79.70
1995	54.70	48.00	108.40	83.40	137.30	102.10	68.50	14.20	16.50	69.00	128.80	148.90
1996	78.90	115.50	92.80	150.90	105.40	138.00	57.60	15.40	67.70	152.70	77.20	69.20
1997	58.40	80.30	92.30	219.20	88.90	63.90	30.20	9.00	63.40	57.20	172.00	101.70
1998	102.80	129.60	188.90	170.10	143.90	60.70	73.60	69.90	39.40	166.10	56.40	26.50
1999	91.20	180.60	142.10	219.60	204.50	159.10	37.00	45.90	123.30	74.60	33.70	185.70
2000	45.60	207.00	138.90	125.00	223.40	75.20	30.40	30.10	54.68	31.60	18.00	75.80
2001	124.40	64.60	71.00	96.60	76.60	60.10	29.00	20.30	76.70	8.00	76.50	95.80
2002	45.40	45.70	121.50	158.90	109.10	50.40	77.70	14.10	14.70	140.20	126.20	94.70
2003	22.70	41.20	108.70	216.30	100.90	58.50	56.20	14.60	78.30	83.00	176.30	54.10
2004	18.20	40.50	122.30	143.80	126.60	51.10	57.30	13.50	99.70	118.20	140.30	94.10
2005	68.90	85.90	239.50	158.90	74.50	85.90	6.30	26.90	6.80	212.60	56.20	224.40
2006	50.30	89.20	110.50	158.20	70.90	31.60	56.90	36.40	25.80	55.10	184.30	110.40
2007	59.80	42.10	136.90	234.40	98.20	149.80	20.80	51.90	33.50	178.40	125.60	96.33
2008	96.70	251.10	161.40	205.80	184.20	33.00	35.80	74.60	67.50	147.60	99.60	54.20
2009	195.80	74.70	107.80	142.00	117.80	97.20	25.70	9.50	11.20	36.10	81.00	99.50
2010	72.70	100.04	59.30	150.80	94.70	122.30	53.40	33.50	54.68	27.30	85.00	146.70
media mensual	75.78	100.04	120.15	157.23	110.62	64.73	42.79	30.41	54.68	111.05	97.71	96.33

Fuente: INAMHI



Tabla 25. Datos de precipitación de la estación de Sevilla

M0431												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	75.66	106.80	108.77	152.74	143.57	167.68	155.51	118.23	90.38	95.75	86.01	84.98
1981	75.66	106.80	108.77	152.74	143.57	167.68	155.51	118.23	90.38	95.75	86.01	84.98
1982	75.66	106.80	108.77	152.74	143.57	167.68	155.51	131.20	76.10	80.70	79.40	126.80
1983	117.50	193.20	139.10	145.30	120.80	54.00	147.20	111.40	109.00	159.90	33.00	153.10
1984	134.80	211.80	147.80	246.20	253.40	312.40	266.50	136.30	169.00	101.00	86.80	104.20
1985	63.20	115.70	63.60	159.10	204.70	308.80	334.90	308.50	113.30	54.60	45.40	43.00
1986	116.80	142.80	113.30	229.40	229.10	204.40	264.50	180.40	200.10	249.30	185.00	94.40
1987	115.50	214.00	167.90	291.10	200.70	171.40	185.40	127.00	140.70	87.50	117.90	103.00
1988	60.70	132.60	94.80	165.60	143.57	167.68	134.60	83.60	37.80	119.40	129.20	26.80
1989	73.20	71.10	118.60	76.00	109.10	161.20	145.90	51.40	55.70	101.90	42.20	17.50
1990	96.90	62.40	136.10	139.90	85.10	192.60	87.30	140.20	79.10	116.50	93.00	73.20
1991	67.10	102.80	70.00	120.40	165.20	160.30	137.40	138.60	62.20	69.20	84.70	35.50
1992	23.20	56.50	109.90	105.50	91.30	180.30	179.60	65.20	87.20	38.70	64.60	85.80
1993	44.40	119.90	191.40	134.50	91.30	132.20	204.80	93.50	58.20	93.70	74.90	98.50
1994	46.60	106.80	106.30	139.10	163.50	229.90	181.60	245.20	117.20	85.40	138.80	64.20
1995	36.40	41.70	42.90	141.70	152.50	126.40	142.60	44.40	67.50	40.70	92.50	113.90
1996	103.10	183.90	95.50	125.60	87.50	48.20	203.80	117.20	101.50	109.20	46.90	63.80
1997	72.80	112.50	156.50	115.80	140.00	61.60	165.40	169.70	71.70	61.10	65.10	84.98
1998	94.40	74.10	96.90	169.90	97.40	201.10	191.70	66.10	30.70	146.20	53.20	60.30
1999	73.60	125.20	108.77	206.70	194.90	113.80	116.90	140.30	128.10	95.75	28.10	79.80
2000	44.90	61.70	81.70	123.60	186.30	132.60	81.40	124.10	124.80	57.60	47.70	69.10
2001	34.80	91.60	84.30	191.40	93.40	244.70	105.70	100.40	83.00	30.10	49.40	51.00
2002	70.90	134.60	107.10	104.10	161.80	152.60	153.60	112.80	49.60	149.10	156.40	77.90
2003	68.50	50.70	68.90	64.60	204.30	124.40	129.10	57.10	84.20	58.80	123.90	106.10
2004	56.90	62.50	179.50	155.10	110.50	251.40	115.70	107.60	86.40	112.10	150.20	84.98
2005	51.30	85.70	159.40	227.00	96.30	164.90	90.20	44.60	90.38	78.90	43.80	158.40
2006	70.80	72.00	55.70	115.20	101.20	137.00	70.60	70.10	85.70	60.20	68.00	108.70
2007	83.60	59.50	94.60	146.60	111.10	235.50	74.50	141.80	95.60	128.60	106.60	88.20
2008	103.20	159.10	120.60	109.10	183.50	123.20	128.70	116.40	87.50	116.60	142.40	92.40
2009	124.10	60.90	68.40	158.00	100.20	125.60	146.50	141.00	76.20	88.70	33.50	65.90
2010	69.20	85.00	66.00	170.10	141.40	176.90	168.10	62.60	52.50	85.20	111.60	132.90
media mensual	75.66	106.80	108.77	152.74	143.57	167.68	155.51	118.23	90.38	95.75	86.01	84.98

Fuente: INAMHI



Tabla 26. Datos de precipitación de la estación de Alausí

M0403												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	98.30	29.60	163.70	96.90	135.10	174.30	151.40	152.90	91.40	167.30	70.60	35.10
1981	44.90	117.30	119.30	69.80	142.80	166.10	127.30	110.10	116.10	65.70	28.30	47.30
1982	33.30	23.70	99.60	156.20	148.50	123.20	183.20	135.20	95.20	99.80	72.70	75.30
1983	130.60	72.90	126.10	108.50	189.50	129.20	157.10	108.10	182.10	104.40	29.00	90.30
1984	25.40	181.70	103.50	143.10	191.70	166.84	158.30	93.90	112.00	83.72	63.60	73.57
1985	27.40	68.60	67.80	52.60	124.40	171.90	192.20	155.60	134.80	69.80	35.30	57.00
1986	61.40	48.00	104.50	112.90	130.40	116.00	156.50	94.10	181.30	104.60	68.00	73.57
1987	96.70	153.20	90.60	146.60	86.50	127.90	146.70	172.20	101.14	107.40	29.40	101.30
1988	36.80	107.50	48.90	181.60	174.00	73.40	143.80	106.60	66.50	95.80	88.90	73.57
1989	63.27	85.36	98.49	135.18	133.60	167.80	193.10	69.10	77.60	92.50	63.60	73.57
1990	63.27	49.80	224.30	120.90	124.90	203.00	122.40	152.90	125.10	81.70	96.40	66.00
1991	42.60	109.30	48.10	80.00	190.90	167.30	152.90	90.70	29.10	29.10	79.10	39.50
1992	41.00	52.30	93.50	109.80	168.50	199.00	170.50	104.60	107.30	73.90	63.60	73.57
1993	63.27	90.00	120.90	173.50	76.80	134.70	95.90	123.10	73.30	104.00	41.10	106.90
1994	120.50	48.40	102.50	123.80	219.40	260.10	268.50	234.50	113.70	86.40	111.90	78.80
1995	56.30	38.20	55.90	181.80	229.60	132.40	202.70	93.30	113.30	101.10	88.70	112.80
1996	61.20	200.70	33.20	167.00	144.20	132.90	247.30	97.10	130.50	80.80	35.10	52.60
1997	47.30	95.70	84.50	102.40	166.70	74.40	187.30	157.90	82.10	69.60	82.30	97.50
1998	116.50	90.80	135.60	144.70	103.00	189.30	188.30	107.40	49.10	119.70	48.50	45.00
1999	55.60	103.00	188.20	250.10	154.80	166.84	162.87	157.10	137.60	54.90	14.40	67.50
2000	85.80	152.70	103.00	163.10	249.30	212.70	101.80	151.40	101.14	64.40	33.60	113.90
2001	60.50	41.30	82.00	119.00	130.60	233.10	205.60	132.10	93.80	88.60	56.50	108.20
2002	21.50	69.00	71.80	145.10	128.50	126.40	148.00	84.30	67.40	116.60	137.30	57.40
2003	105.60	108.40	74.60	174.60	206.60	163.10	161.10	89.80	104.50	57.10	70.20	71.60
2004	21.20	60.30	145.40	150.30	196.00	236.90	171.10	124.62	92.70	87.20	84.20	81.10
2005	18.20	117.90	57.70	192.80	89.80	231.20	88.00	73.00	52.30	66.10	48.30	128.10
2006	66.10	74.10	77.00	96.20	141.00	158.60	133.90	114.20	124.40	58.70	51.90	70.50
2007	138.70	24.60	141.40	147.80	137.90	249.80	47.20	183.50	131.90	83.72	136.10	73.10
2008	43.00	130.60	75.70	98.30	203.30	151.00	218.40	177.30	90.40	71.20	64.10	38.70
2009	80.50	43.20	29.00	79.90	101.90	135.40	236.90	123.10	80.60	63.60	15.20	58.30
2010	34.70	58.00	86.50	166.10	153.20	197.30	128.70	93.60	76.90	45.80	63.60	39.00
media mensual	63.27	85.36	98.49	135.18	153.98	166.84	162.87	124.62	101.14	83.72	63.60	73.57

Fuente: INAMHI



Tabla 27. Datos de precipitación de la estación de Girón

M0419												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	99.10	116.10	47.60	188.40	37.30	1.10	2.20	1.60	19.70	99.80	76.80	51.70
1981	91.10	94.50	151.20	76.90	44.90	23.70	11.10	4.20	15.19	59.40	19.10	75.70
1982	82.10	92.30	67.50	115.50	95.30	11.60	3.00	4.56	42.10	63.50	189.10	189.10
1983	128.20	117.60	257.40	139.50	48.06	12.30	7.80	11.60	13.90	63.30	33.50	160.80
1984	44.80	197.40	191.30	119.30	59.70	7.30	22.20	8.50	31.50	54.30	31.10	59.90
1985	102.70	33.40	91.60	60.00	76.50	6.60	0.10	14.10	17.00	32.10	40.10	113.80
1986	143.60	83.30	41.90	107.30	18.50	11.60	6.19	3.70	6.30	42.20	43.30	29.70
1987	68.70	21.60	136.00	88.50	44.80	1.70	27.50	20.80	6.80	44.70	44.80	51.80
1988	110.40	169.60	17.50	125.50	28.50	19.80	4.70	4.56	36.50	54.70	77.50	99.50
1989	261.00	185.30	187.60	62.30	2.50	8.80	8.10	1.10	11.30	62.50	27.60	25.50
1990	47.70	123.90	64.50	109.00	45.90	16.10	6.19	0.50	15.19	134.50	54.00	41.70
1991	62.50	41.40	192.40	74.90	36.00	24.90	4.80	5.20	17.30	20.10	20.40	76.40
1992	57.90	94.20	134.50	96.10	49.30	2.90	6.19	2.30	49.50	18.80	32.60	58.80
1993	80.20	226.50	266.40	214.00	64.60	0.80	8.50	6.20	23.00	28.50	25.60	141.30
1994	85.70	149.40	192.40	118.10	57.10	8.90	6.40	6.70	5.20	6.50	46.00	133.90
1995	95.80	38.70	84.30	48.40	69.20	1.40	10.10	4.56	11.90	22.70	83.10	95.80
1996	179.20	172.00	203.10	101.10	46.30	14.50	0.60	0.80	6.90	89.20	29.30	0.10
1997	100.60	114.70	135.00	88.70	18.30	48.20	4.10	4.56	36.00	61.80	173.70	140.30
1998	67.60	49.80	193.40	166.90	18.50	1.00	1.70	10.40	0.60	51.40	20.40	28.50
1999	134.80	151.30	273.10	147.60	87.40	11.60	7.00	2.00	25.70	2.00	0.90	176.50
2000	37.90	123.40	332.00	121.40	44.40	1.80	6.19	1.70	15.19	0.80	2.30	61.80
2001	97.88	108.20	224.70	98.70	84.80	0.80	1.30	4.56	9.10	45.40	89.10	50.00
2002	51.00	48.50	131.50	125.60	33.30	11.60	6.19	4.56	15.19	45.40	60.80	90.60
2003	48.20	114.20	169.44	128.10	39.20	11.60	5.40	4.56	9.30	45.40	60.30	79.90
2004	70.10	78.60	94.70	139.20	71.90	11.60	15.00	4.56	15.19	49.60	26.50	51.90
2005	25.30	144.10	258.40	40.60	32.60	8.70	6.19	4.56	15.60	31.60	12.50	70.50
2006	97.90	184.00	185.20	211.60	14.90	20.50	3.00	8.20	9.70	31.50	60.90	110.10
2007	86.20	32.30	144.40	113.19	74.10	21.20	8.50	3.30	3.30	51.50	83.30	100.80
2008	142.70	145.90	281.90	63.90	44.50	38.80	10.30	14.60	17.20	48.80	168.50	108.10
2009	195.10	178.30	187.80	161.80	49.00	21.40	6.19	3.80	15.19	45.40	60.30	100.00
2010	138.30	109.80	313.90	56.90	52.60	11.60	6.19	5.40	15.19	45.40	176.00	193.70
media mensual	97.88	114.20	169.44	113.19	48.06	12.72	7.19	5.73	17.15	46.86	60.30	89.30

Fuente: INAMHI



Tabla 28. Datos de precipitación de la estación de Nabón

M0420												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	62.70	105.70	50.60	130.00	59.10	17.70	16.90	16.20	11.30	67.78	74.89	101.80
1981	60.90	53.30	140.10	75.30	47.70	28.10	38.00	38.90	3.60	52.20	47.90	65.80
1982	60.90	41.90	52.40	61.50	82.20	5.90	20.90	4.50	32.90	83.50	92.40	198.40
1983	212.50	59.40	152.90	172.80	81.80	114.70	12.20	27.00	29.10	32.00	66.10	98.50
1984	50.60	262.80	109.50	177.70	25.90	4.50	20.31	43.50	62.90	66.70	94.90	98.20
1985	84.40	33.90	34.30	33.70	79.50	44.60	26.40	44.20	60.40	132.50	137.30	84.00
1986	115.90	109.70	78.50	102.78	53.30	21.20	33.80	23.70	17.10	133.30	89.70	77.04
1987	96.90	118.80	95.90	109.20	83.60	27.20	20.31	19.91	49.30	102.10	108.60	64.30
1988	97.70	77.10	69.70	124.30	63.60	24.20	47.30	19.91	44.50	101.50	65.20	84.00
1989	96.00	254.40	171.80	78.70	37.80	19.60	20.30	14.50	36.10	58.90	28.20	19.90
1990	39.60	49.60	60.10	71.60	40.80	20.30	41.50	53.80	42.20	73.30	86.10	67.30
1991	77.67	109.40	83.40	95.30	53.30	52.80	50.90	34.40	53.70	52.30	101.60	62.30
1992	90.60	41.40	82.30	91.40	90.20	26.40	23.50	37.30	44.20	76.10	98.80	105.70
1993	158.60	244.40	168.50	175.10	26.30	2.00	0.80	19.91	47.80	16.70	63.10	55.60
1994	78.40	82.00	102.96	119.60	63.00	33.40	10.80	20.40	47.90	6.00	50.00	41.30
1995	77.67	93.64	140.60	35.40	10.40	31.35	26.90	8.90	30.73	8.00	11.40	151.10
1996	91.00	83.90	90.90	163.40	42.90	40.90	6.00	19.91	51.80	147.70	59.60	12.40
1997	259.00	12.80	68.60	102.78	1.70	1.60	17.80	33.20	16.00	40.80	74.89	41.70
1998	14.60	41.00	102.96	102.78	53.30	0.80	15.60	14.20	30.73	108.10	4.70	46.10
1999	75.20	183.00	201.70	102.78	53.30	31.35	20.31	19.91	30.73	67.78	74.89	77.04
2000	77.67	93.64	102.96	102.78	53.30	31.35	20.31	19.91	30.73	67.78	74.89	77.04
2001	77.67	93.64	102.96	50.50	56.00	65.00	2.50	5.80	14.40	21.60	53.80	57.80
2002	40.90	51.70	78.20	41.20	58.60	36.70	15.00	15.20	12.20	130.00	80.20	50.30
2003	10.40	32.80	118.30	83.90	26.40	51.70	16.20	2.20	32.20	46.60	64.90	39.90
2004	44.30	23.40	42.80	79.00	58.40	15.50	15.90	4.30	49.30	46.90	127.50	41.90
2005	25.50	91.60	166.60	60.70	29.10	14.60	5.50	8.00	42.30	78.90	24.90	149.30
2006	75.70	121.90	171.40	100.80	5.30	43.70	2.40	4.60	13.60	23.40	124.60	118.80
2007	3.30	57.90	86.60	156.30	89.00	73.00	10.40	41.80	16.10	60.50	88.30	63.40
2008	90.50	227.10	123.20	273.10	145.20	45.00	20.31	7.90	20.60	114.30	154.10	79.80
2009	111.50	51.10	70.90	58.40	68.00	8.80	0.50	4.50	0.30	40.10	23.20	51.60
2010	27.10	93.64	70.20	53.50	66.60	69.20	70.40	8.60	8.50	43.70	74.89	105.80
media mensual	80.17	96.66	102.96	102.78	55.02	32.36	20.97	20.55	31.72	67.78	74.89	77.04

Fuente: INAMHI



2. Información general de las estaciones de la Cuenca del Rio Paute

Tabla 29. Nombre y Coordenadas de la estaciones de la Cuenca del Paute

F1	Nombre	Latitud	Longitud
M0045	Palmas	-2.716111	-78.629722
M0138	Paute	-2.800000	-78.762778
M0139	Guacaleo	-2.881944	-78.776389
M0197	Jacarín	-2.821111	-78.933333
M0137	Biblián	-2.708889	-78.891667
M0141	El Labrado	-2.732778	-79.073056
M0410	Río Mazar	-2.573611	-78.650000
M0414	Chanín	-2.670278	-78.747222
M0417	Piscícola Chirimichay	-2.774444	-79.172222
M0418	Cumbe	-3.082778	-79.012778
M0424	Sígsig INAMHI	-3.048333	-78.786111
M0426	Ricaurte	-2.850833	-78.948611
M0427	Sayausí	-2.865833	-79.076111
M0431	Sevilla de Oro	-2.797500	-78.653056
M0403	Alausí	-2.199444	-78.846389
M0419	Girón	-3.153889	-79.149444
M0420	Nabón INAMHI	-3.333889	-79.066111

Fuente y Elaboración: Autor

3. Procesos de evaluación y resultados obtenidos por medio del CPT

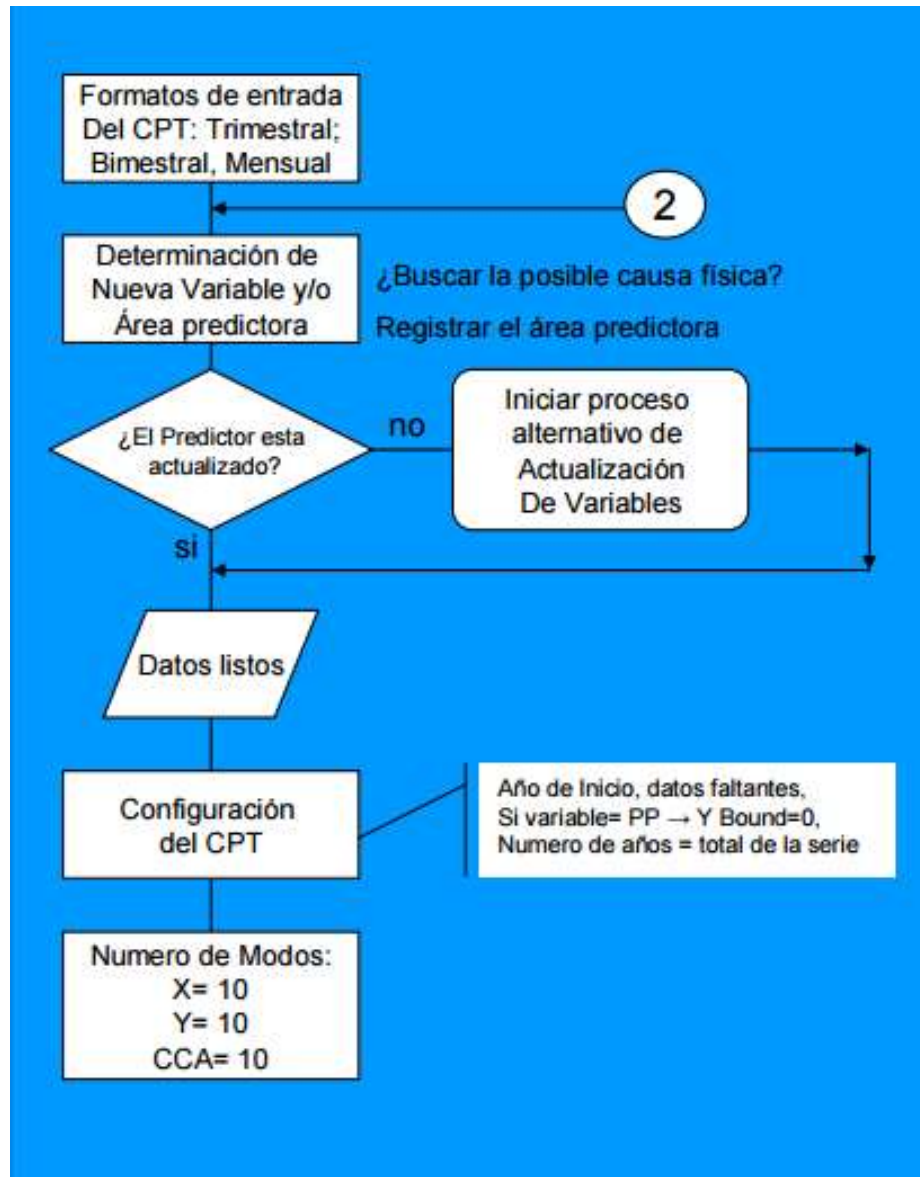


Ilustración 10. Procesos previos para la corrida del CPT

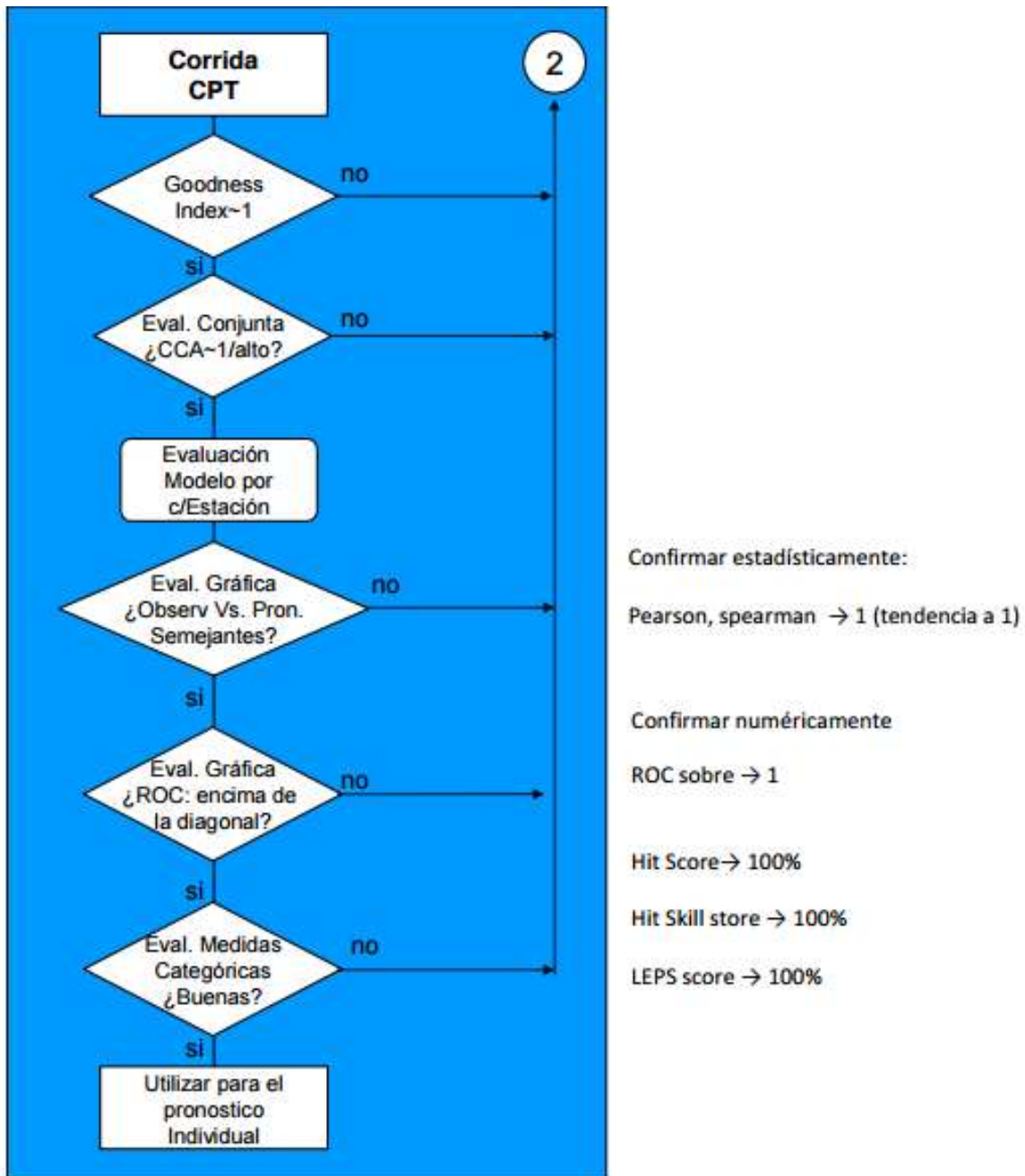


Ilustración 11. Procesos y toma de decisiones obtenidas utilizando CPT



4. Datos de entrada para el pronóstico de la lluvia en el CPT

Tabla 30. Formato de valores de entrada de datos de las estaciones en el CPT

STN	Stn_A	Stn_B	Stn_C	Stn_D	Stn_E	.....	Stn_Q
LAT	-2.7161	-2.7089	-2.8000	-2.8819	-2.7328	.....	-2.1994
LON	-78.6297	-78.8917	-78.7628	-78.7764	-79.0731	.....	-78.8464
1982-04-01	0.1486	-0.8874	-0.4306	-0.3086	-0.2024	.....	-0.2301
1983-04-01	0.8779	0.1219	-0.2651	0.9770	-0.0520	.....	0.0192
1984-04-01	1.3159	0.4048	1.8875	0.1044	0.2723	.....	-2.4868
1985-04-01	-2.0824	0.3740	0.2235	-0.0729	-0.6067	.....	-1.2386
1986-04-01	1.5877	-1.8663	0.1047	-1.3173	0.0436	.....	-0.6820
1987-04-01	0.4234	0.1033	0.1047	1.0663	-0.1096	.....	-0.1441
1988-04-01	0.0740	1.3040	0.1047	2.1989	2.3946	.....	0.1887
.....
.....
.....
2007-04-01	0.6430	1.6422	1.1567	1.0083	0.4712	.....	1.1237
2008-04-01	-0.9587	1.7110	0.4503	0.7276	1.0630	.....	2.1397
2009-04-01	-0.2138	-0.1559	0.2164	1.9422	-0.6529	.....	0.8546

Fuente y Elaboración: Autor